விஞ்ஞானமும் விவேகமும்

ஜேம்ஸ் பி. கோனன்ட்



மொழிபெயர்த்தவர்
பெ. நா. அப்புஸ்வாமி



அமுத நிலையம் லிமிடெட்
91, மவுண்ட் ரோட், சென்னை - 18


OFFICE OF THE REGISTRAR OF
MADRAS

விஞ்ஞானமும் விவேகமும்

விஞ்ஞானமும் விவேகமும்

ஜேம்ஸ் பி. கோனன்ட்

மொழிபெயர்த்தவர்

பெ. நா. அப்புஸ்வாமி

அமுத நிலையம் லிமிடெட்
சென்னை - 18

அமுதம்—100
முதற்பதிப்பு
செப்டம்பர், 1955



விலை ரூ. 7—8—0

Title of Original: Science And Commonsense
Author: JAMES B. CONANT
Language of Original: English
Original Publisher: Yale University Press, New Haven
Copyright Owner: Yale University Press 1951
Translated into Tamil by SHRI. P. N. APPUSWAMI B.A., B.L.,

and

Published under contract with
THE UNITED STATES INFORMATION SERVICE

By

AMUDHA NILAYAM LIMITED
91, MOUNT ROAD, MADRAS-18

and Printed at the NATIONAL ART PRESS, MADRAS-18.

பதிப்புரை

சிறந்த அமெரிக்கப் புத்தகங்களை இந்திய மொழிகளில் பெயர்த்து வெளியிடுவதற்கு அமெரிக்கச் செய்தி இலாகா அமைத்த திட்டத்தின்படி, "**விஞ்ஞானமும் விவேகமும்**" என்ற இந்நூல் வெளிவந்துள்ளது.

இந்தப் புத்தகத்தின் ஆங்கில மூலத்தின் ஆசிரியர் அமெரிக்க நாட்டினரான டாக்டர் ஜேம்ஸ் பி. கோனன்ட் அவர்கள். இவர் சிறந்த விஞ்ஞானி, கல்வித் துறையிலும் அரசியலிலும் விளக்கம் பெற்றவர். முன்பு ஹார்வர்டு பல்கலைக் கழகத்தின் இருபத்து மூன்ருவது தலைவராகப் பணியாற்றி வந்தார். பொதுமக்கள் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ளவேண்டிய அவசியத்தை வற்புறுத்தி வந்ததுடன் நில்லாமல், தாமே அவர்கள் புரிந்துகொள்ளும் முறையில் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிச் சொற்பொழிவுகளையும் நிகழ்த்திவந்தார். இதே துறையில் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிய புத்தகங்களையும் வெளியிட்டுள்ளார். '**சயன்ஸ் அண்டு காமன்சென்ஸ்**' என்ற புத்தகம் இத்தகையதே.

இவர் இரண்டாவது உலக யுத்த காலத்தில் அமெரிக்க தேசியத் தற்காப்பு ஆராய்ச்சிக் கமிட்டியின் தலைவரானுர்.

கடினமான விஞ்ஞான விஷயங்களைச் சாமானிய மக்களும் புரிந்து கொள்ளும்படி தமிழில் எழுதிப் புகழ் பெற்ற திரு **பெ. நா. அப்புசாமி** அவர்கள் இதைத் தமிழாக்கிக் கொடுத்திருக்கிருர்கள்.

இந்நூலை மகிழ்ச்சியுடன் தமிழ் மக்களுக்குச் சமர்ப்பிக்கிறேம்.

சென்னை
31—8—1955

இங்ஙனம்
அமுத நிலையத்தார்

முன்னுரை

1946-ஆம் வருஷத்தில் யேல் பல்கலைக் கழகத்தில் டெர்ரி பிரசங்கங்களைச் செய்யும் பாக்கியம் எனக்கு வாய்த்தது. தாங்கள் விஞ்ஞானிகள் ஆகவேண்டும் என்னும் நோக்கமே இல்லாதவர்களுக்கும் கலாசாலைகளில் படிக்கும்போது இயற்கை விஞ்ஞானத்தில் அதிகமாகப் போனால் இரண்டொரு வகுப்புகளையே எட்டிப் பார்த்தவர்களுக்கும் நம்முடைய கலாசாலைகளில் விஞ்ஞானத்தை இன்னும் நன்ருக எப்படி விளங்கச் செய்ய முடியும் என்னும் வினவை அந்தப் பிரசங்கங்களில் பரிசீலனை செய்தேன். இந்தப் போதனமுறைப் பிரச்சினை பார்ப்பதற்கு எளிதாகத்தோன்றுகிறது; ஆனல், இது உண்மையில் கஷ்டமானது. இதைத் தீர்ப்பதற்கு நான் ஒரு யோசனை சொன்னேன். "நிகழ்ச்சி-வரலாறுகள் சிலவற்றை வரிசையாகக் கூறி, அவற்றின் மூலமாக 'விஞ்ஞான யுக்திகளையும் தந்திரத்தையும்' ஒட்டிய தத்துவங்களைக் கற்றுக்கொடுக்க வேண்டும் என்பதே என் கட்சி" என்று அந்த யோசனையைச் சுருக்கமாகக் கூறலாம். என் மனத்தில் நான் கொண்ட கருத்தை உதாரணம் காட்டி விளக்கும் பொருட்டு, வாயுவியல் துறையில் ராபர்ட் பாயில் தொழில்புரிந்த வரலாறு, மின்சாரத் துறையில் கால்வானியும் வோல்டாவும் புதிய விஷயங்களைக் கண்ட வரலாறு, லவாய்சியேயின் பெயரோடு இணைந்த இரசாயனப் புரட்சி வரலாறு என்ற சில மாதிரி வரலாறுகளை மேலெழுந்தவாரியாகக் கூறுவது அவசியமாயிருந்தது. நிகழ்ச்சி வரலாறுகளாக விவரித்துக் கூறக் கூடிய இந்தச் சுருக்கங்களையும், விஞ்ஞான யுக்திகளையும் தந்திரத்

யேல் பல்கலைக்கழகம் - Yale University. **டெர்ரி பிரசங்கங்கள்** - Terry Lectures. **நிகழ்ச்சி - வரலாறு** - case history. **விஞ்ஞான யுக்திகளும் தந்திரங்களும்** - 'tactics and strategy of science'. **வாயுவியல்** - pneumatics. **ராபர்ட் பாயில்** - Robert Boyle. **கால்வானி** - Galvani. **வோல்டா** - Volta. **லவாய்சியே** - Lavoisier. **இரசாயனப் புரட்சி** - Chemical Revolution.

தையும் பற்றிய என் விளக்கத்தையும் சேர்த்து, **விஞ்ஞான விளக்கம் - ஒரு சரித்திர நோக்கு** என்னும் தலைப்புள்ள ஒரு சிறிய நூலாகப் பொது ஜனங்களின் பொருட்டு வெளியிட்டேன்.

இந்த நூலின் இரண்டாவது பதிப்பைத் தயார்செய்வதைப் பற்றிய வினா சுமார் பன்னிரண்டு வருஷங்களுக்கு முன் எழுந்தது. அப்போது, அதில் மீள்பார்வையாகச் சில திருத்தம் செய்தால் மட்டும் போதாது என்பது நன்கு தெரிந்தது. **விஞ்ஞான விளக்கம்** இரு வகையான காரியங்களைச் செய்ய எத்தனித்திருந்தது. விஞ்ஞான முறைகளைப் பொது வாசகர்களுக்கு விளக்கவும், ஒருவகைப் போதனையை எப்படிக் கையாளுவது என்று கலாசாலை ஆசிரியர்களுக்குச் சுருக்கிக் கூறவும் அந்த நூலிலே நான் முயன்றிருந்தேன். விஞ்ஞானிகள் அல்லாதவர்களுக்கு விஞ்ஞானத்தைப் போதிப்பதற்கு நான் கூறிய யோசனையை இப்போது மீண்டும் சர்ச்சை செய்வதாயிருந்தால், சென்ற ஐந்து ஆண்டுகளாகக் கலாசாலை விஞ்ஞானப் போதனையில் இந்த நாட்டில் என்ன நடந்திருக்கிறது என்பதைக் கவனித்து ஆராயவேண்டி வரும். ஆசிரியர் தொழிலை மேற்கொண்டவர்களுக்கு மட்டும் அன்றி மற்ற வாசகர்களுக்குச் சிறிதும் சுவைப்படாத போதனை நுணுக்கங்களையும் கூட அபிவிருத்தி அறிக்கைகளில் சர்ச்சை செய்ய வேண்டிவரும். இது ஒரு புறம் இருக்க, பொதுக் கல்வித் திட்டத்தில் இயற்கை விஞ்ஞானப் போதனைமுறை ஏற்பாட்டில் நான் பங்கெடுத்துக்கொண்டிருந்தேன்; ஆதலால், எனக்கு ஹார்வர்டு கலாசாலையின் அடிவகுப்பில் மூன்று வருஷ அனுபவம் கிடைத்தது. அதனால், விஞ்ஞான யுக்திகளைப் பற்றிய என் அபிப்பிராயங்கள் சிறிது மாறுபட்டன; உதாரணங்களாகக் கூறுவதற்கு ஏற்ற ஏராளமான விஷயங்களும் எனக்குக் கிடைத்தன.

ஆகையால், இரண்டு வகையான வாசகர்களைக் கருதி எழுதிய ஒரு சிறிய நூலைத் திருத்தியும் விரித்தும் வெளியிடுவதைக் காட்டிலும் பெரிய நூல் ஒன்றைப் பொது வாசகர்களுக்கென்று எழுதுவதே மேல் என்று முடிவு செய்தேன். அவ்வாறு செய்து வருகையில், விஞ்ஞான யுக்திகளையும் தந்திரங்களையும் பற்றிய

விஞ்ஞான விளக்கம்-ஒரு சரித்திர நோக்கு-*On Understanding Science, An Historical Approach.* ஹார்வர்டு - Harvard.

சர்ச்சையில் நான் கொண்ட புதிய நோக்குக்குப் பொருத்தமாக விஞ்ஞான விளக்கத்தில் ஏற்கனவே இருந்த பகுதிகளை வைத்துக் கொண்டேன். விஞ்ஞானத்தைக் கற்பிப்பதைப் பற்றிய குறிப்புக் களை அனேகமாக முழுதுமே நீக்கி விட்டேன். ஆகையால் விஞ்ஞானிகளையும் விஞ்ஞானத்தையும் நிகழ்ச்சி - வரலாறுகளின் துணையால் விளங்கச் செய்வதற்கேற்ற புது-மாணவர் பாடத்தைப் படிப்படியாக யாராவது அறிய விரும்பினால், **பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தில் நிகழ்ச்சி-வரலாறுகள்-ஹார்வர்டு வெளியீடு** என்னும் நூலில் அவற்றைக் காணலாம். ஹார்வர்டில் நான் பங்கெடுத்து நடத்திவந்த பாடத் திட்டமும் இந்த நூலும் ஓரளவு ஒருபோகானவை. என்றாலும், அங்கே செய்ய முயன்ற விஷயங்கள் முழுவதையும் நூல் சித்திரித்துக் காட்டாது. ஆயினும், தங்கள் வேலையை விஞ்ஞானிகள் எப்படி நடத்திவருகிறார்கள் என்பதை வேறு காரியங்களில் ஈடுபட்ட குடிமக்களுக்குப் போதிய அளவில் விளக்கும் சுருக்கமாக இந்த நூல் உதவும் என்று நம்புகிறேன்.

கேம்பிரிட்ஜ், மஸ்ஸாச்சுஸெட்ஸ்
அக்டோபர் 2, 1950

ஜேம்ஸ் ப்ரையன்டு கோனன்ட்

பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தில் நிகழ்ச்சி - வரலாறுகள் - ஹார்வர்டு வெளியீடு - Harvard Case Histories in Experimental Science.

பொருளடக்கம்

விஞ்ஞானமும் விவேகமும்

விஞ்ஞானமும் அமெரிக்கக் குடிமக்களும்

இது பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தின் முறைகளைப் பற்றிய ஓர் எளிய நூல். விஞ்ஞானிகள் தங்கள் சோதனைச் சாலைகளில் நடத்தி வரும் செயல்-முறைகளில் இதைப் படிப்பவர்களுக்குக் கருத்து உண்டு என்றும், ஆனால் இயற்கை விஞ்ஞானத் தத்துவங்களில் அவர்களுக்கு நெருங்கிய பழக்கம் இல்லை என்றும் நான் வைத்துக் கொண்டிருக்கிறேன். பௌதிகர்கள், இரசாயனிகள், உயிர்-இரசாயனிகள், பரிசோதனை முறை உயிரியல் நிபுணர்கள் ஆகியோர் தங்களுடைய பிரச்சினைகளைத் தீர்க்க முயலும் வழியையும், தொழில் - நூல் விவசாயம் வைத்தியம் என்னும் துறைகளின் அபிவிருத்தியோடு அவர்கள் செய்யும் முயற்சிகள் எவ்வாறு சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றன என்பதையும் இதைப் படிப்பவர்களுக்கு ஓரளவு அறிவிப்பதே இந்த நூலின் நோக்கம்.

ஆகவே, இந்த நூல் பரிசோதனை விஞ்ஞான முறைகளைப்பற்றிக் குடிமக்களுக்கு ஒரு வழிகாட்டி என்று கூறலாம். அறிவாளிகளான குடிமக்களைக் குறித்தே பின்வரும் விளக்கத்தை எழுதியிருக்கிறேன். அவர்கள் வோட்டுரிமை உடையவர்கள்; ஆகையால் விஞ்ஞான விஷயங்களில் காங்கிரஸ் தலையிடுவதைப் பற்றி அவர்கள் வரவர மேன்மேலும் அக்கறையுள்ளவர்களாக இருக்கக் கூடும். மேலும், இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி

காங்கிரஸ் - Congress - அமெரிக்க நாட்டு மக்கள் சபை

யைச் சார்ந்த நடைமுறைப் பிரச்சினைகளில் ஆழ்ந் திருக்கும் சட்ட நிபுணர், பாங்கு அதிகாரி, தொழில் முதலாளி, அரசாங்க உத்தியோகஸ்தர், அரசியல்வாதி, பத்திரிகையாளர் ஆகியோரையும் நான் மனத்தில் கொண் டிருக்கிறேன். இவர்கள், ஆணுயினும் பெண்ணுயினும், காரியத்தில் ஈடுபட்ட விஞ்ஞானிகளையோ அல்லது அவர் களுடைய காரியத்தின் விளைவுகளையோ நாளுபக்கத்திலும் காண நேரிடும். தொழிற்சாலைகளிலும் ஆசுப்பத்திரி களிலும் சோதனை நிலையங்களிலும் பல்கலைக் கழகங் களிலும் 'ஆராய்ச்சி', அல்லது 'அபிவிருத்தி' அல்லது 'விஞ்ஞான விசாரணை' என்னும் சொற்பிரயோகங்களைக் கொண்ட வினுக்கள் ஒவ்வோர் ஆண்டிலும் எழுகின்றன. 'வரவு செலவுத் திட்டம்', 'செலவுகள்' என்னும் கவர்ச்சிக் குறைவான வேறு எழுத்துத் தொடர்களும் அந்த வினுக்களில் பொதுவாக வழங்கி வரக் காணலாம். உற்சாகம் நிறைந்த இரசாயனியோ வைத்தியரோ எஞ்ஜினி யரோ, 'பணத்தை இந்தப் புதிய முயற்சியில் போடுங்கள்; இதில் இல்லாவிட்டால், அதில் போடுங்கள்' என்று ஏவும்போது, அவர் பேசுவது புத்திசாலித்தனமானதா இல்லையா என்பதை விஞ்ஞானப் பயிற்சியே இல்லாத ஒருவனுல் எப்படித் தெரிந்துகொள்ள முடியும்? எத்த னையோ வகையான வியாபாரக் காரியங்களின் நிர்வாகப் போர்டுகளும், ஆசுப்பத்திரி, பல்கலைக்கழகம் முதலிய வற்றின் தருமகர்த்தாக்களும், மத்திய அரசாங்க அதிகாரி களும், ராஜ்ய அதிகாரிகளும், காங்கிரஸ் அங்கத்தினர் களும் அநேகமாக நாள்தோறும் செய்துவரும் தீர்மானங் களில் எல்லாம் இந்த வினு எழக்கூடியதாக இருக்கிறது.

ஒருவனுக்கு எந்த மாய மாத்திரையைக் கொடுத் தாலும், அவனை ஒரு நிபுணருக்கு நிகராக அறிவுப்

போட்டியிடுவதற்குத் திறமையுள்ளவனுகச் செய்துவிட முடியாது. ஆனுல், சோதனைச்சாலை விஞ்ஞானியின் நோக்கு முறையை ஒருவன் நெடுங்காலப் பழக்கத்தால் நன்கு உணரக்கூடும்; அவ் விஞ்ஞானி பின்பற்றும் முறைகளையும், அவர் ஒரு பிரச்சினையைக் கருத்தில் கொள்ளும் வகையையும் புரிந்துகொள்ளக் கூடும். வாழ்க்கை உலகில் தங்கள் காரியங்களோடு சம்பந்தப்பட்ட நவீன விஞ்ஞானத் துறையில் எத்தனையோ அமெரிக்கக் குடிமக்கள் தாமாகவே பயின்று, தெரிந்து கொண்டிருக்கிருர்கள்; அதன்மூலம் விஞ்ஞானக் காரியங்களை அறிவோடு குறைகூற வல்லவர்களாகியும் இருக்கிருர்கள். வரிசையாக நிகழ்ந்து வந்த சில நிகழ்ச்சிகள் அவர்களின் மனத்திலே நிலையான சுவடுகளை இட்டுவிட்டன; அச்சுவடுகள் நிலைப் புள்ளிகளாக—அதாவது சோதனைச் சாலைகளிலிருந்து வெளிவரும் புதிய திட்டம் எதையும் தெரிந்து கொள்ளக் கூடிய ஒருவகைப் படமாக—அவர்களுக்கு உதவுகின்றன.

தங்கள் உத்தியோகத் தொழிலைப் புதிதாக நடத்தத் தொடங்குவோர்களுக்குப் பின்வரும் பக்கங்களில் காணும் விஞ்ஞான முறைகளின் விளக்கம் சற்று உபயோகப் படலாம். நடைமுறை அநுபவம் அதிகமாக இருந்த போதிலும் விஞ்ஞானிகளோடாவது எஞ்ஜினியர்களோடாவது தங்கள் தொழிலின் மூலம் யாதொரு தொடர்பும் இல்லாமலிருக்கும் வேறு சிலருக்கும் நவீன விஞ்ஞான முறைகளைப் பற்றி ஒரு சிறிது தெரிந்துகொள்ள ஆவல் இருக்கலாம்; பல வருஷங்களாக விசேஷப் பொறுப்புக்களை ஏற்ற காரணத்திஞல் சிற்சில பாமர மக்களுக்கு ஏற்பட்டுள்ள விஞ்ஞான விளக்கத்தைத் தாங்களும் பெற வேண்டும் என்று அவர்கள் எதிர்பார்க்கலாம். தக்க இளமையும் ஊக்கமும் உடைய ஒவ்வோர் அமெரிக்கக்

குடியும் தன்னுடைய சமூகத்திற்குத் தலைவனாக ஆகக் கூடியவன் ; பற்பல முடிவுகளுக்கும் செலவுகளுக்கும் கடைசிப் படியில் அவனே பொறுப்பாளியாக இருக்க வேண்டியவன். சமூகச் சுகாதாரத்திலும் வைத்தியத் திலுமோ, அல்லது வியாபாரத் துறையில் ஒரு நிர்வாகி யாகவும் அல்லது தொழில் தலைவனாகவுமோ விஞ்ஞானம் அல்லது அதன் விளைவுகள் சம்பந்தப்பட்ட செயலொழுங் கைத் தீர்மானிப்பதில் அவனுக்கு மிகவும் சங்கடம் ஏற்படலாம். அல்லது, வோட்டுரிமை உடைய சாமானியப் பொதுஜனம் என்னும் பதவியில், பொது நிதிகளிலிருந்து பண உதவி பெற்றுள்ள ஆராய்ச்சித் திட்டங்களையோ முன்னேற்றத் திட்டங்களையோ பாதிக்கக்கூடிய மிக முக்கியமான விஷயங்களில் தன்னுடைய அபிப்பிராயத்தை அவன் பதிவு செய்யவேண்டி வரலாம். 1950-ஐ அடுத் துள்ள துயர காலத்தில் தொடங்கப்பட்ட அவ்வகைத் திட்டங்களில் படைக்கலங்களின் வளர்ச்சித் திட்டத்தைக் காட்டிலும் முன்னதாகக் கவனிக்க வேண்டிய முக்கிய விஷயம் வேறெதுவும் இருப்பதாகத் தோன்றவில்லை. நமக்குப் பிடித்தாலும் பிடிக்காவிட்டாலும், எந்தப் பக்கம் திரும்பினாலும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளின் விளைவுகள் எதிர்ப்படும் காலத்தில் நாம் மூழ்கிக் கிடக்கிறோம். அவ்விளைவுகளை நாம் வெறுக்கலாம் ; அவைகளை நினைத் தாலே நம் உடல் நடுங்கலாம் ; நாம் அன்பு செலுத்தும் ஒருவனை அவன் படும் வேதனையிலிருந்து விடுவிக்கவோ அல்லது அவன் யமன் வாயிலிருந்து தப்பி வெளிவரவோ அவை உதவும்போது அவைகளை நாம் அன்போடு பாராட்டலாம்; ஆனால் அவைகளை அப்புறப்படுத்துவது என்பது இனிமேல் ஒருவராலும் செய்ய இயலாத காரியம். ஆகையால், இந்த நூற்றாண்டின் இரண்டாம் பாதியில்

வாழும் ஒவ்வோர் அமெரிக்கக் குடியும் தன்னால் இயன்ற அளவில் விஞ்ஞானத்தையும் விஞ்ஞானிகளையும் பற்றி விளக்கம் பெற முயலுவதே அறிவுடைமையாகும்.

'பாமரனின் விஞ்ஞான விளக்கம் என்று சொல்லுகிறாயே, உன் மனத்திலுள்ள கருத்து என்ன?' என்று இந்த இடத்தில் ஒருவர் கேட்கலாம். நான் சொல்லட்டுமா? என்னுடைய அநுபவத்தில், பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தின் ஏதாவது ஒரு துறையில் ஒருவன் ஆராய்ச்சியை வெற்றிகரமாக நடத்தியவனாயிருந்தால், தூய விஞ்ஞானத்திலோ பயன் தரும் விஞ்ஞானத்திலோ, அவனுக்கு யாதொன்றும் தெரியாத பகுதியிலும்கூட எழும் பிரச்சினையை அவன் ஒரு தனிப்பட்ட நோக்குமுறையோடே அணுகுகிறான். இந்த நோக்கு முறையை 'விஞ்ஞான விளக்கம்' என்று நாம் குறிப்பிடலாம். அவன் இறங்கும் புதிய துறை சம்பந்தமான விஞ்ஞான விஷயங்களையோ அல்லது திறமையான உத்திகளையோ பற்றி அவனுக்குள்ள அறிவை இந்த நோக்குமுறை பொறுத்ததன்று என்பதை நன்கு கவனிக்க வேண்டும். குடி ஒருவன் மிக நன்றாகப் படித்தவனாயும் கூரிய புத்தி உடையவனாயும் இருந்தாலும்கூட, அவன் ஆராய்ச்சித் துறை அநுபவம் இல்லாதவனாய் இருந்தால், திட்டமிடப்படும் ஓர் ஆராய்ச்சியில் சம்பந்தப்பட்ட விஞ்ஞானிகளிடையே நடைபெறும் சர்ச்சையின் முக்கிய அமிசங்களை அவனால் அநேகமாக ஒருபொழுதும் கிரகிக்க முடியாது. இது இப்படி இருப்பதற்குக் காரணம் அந்தப் பாமரனுக்கு விஞ்ஞான அறிவு இல்லாதிருப்பது அன்று; விஞ்ஞானியின் சாஸ்திர பரிபாஷையை அவன் புரிந்துகொள்ளத் திறமை இல்லாதவனாக இருப்பதும் அன்று. பெரும்பான்மையாக இப்படி இருப்பதற்குக்

உத்தி - Technique.

காரணம் வேறு. வருங்காலத்து ஆராய்ச்சி ஒன்றுக்குப் பொதுப்படத் திட்டம் வகுப்பதைச் சர்ச்சை செய்யும் போது, விஞ்ஞானத்தால் எதைச் செய்ய இயலும் எதைச் செய்ய இயலாது என்பதைப் பற்றி அவனுக்குள்ள அடிப்படை அறியாமையும், அந்த அறியாமையின் விளைவாக அவனுக்கு ஏற்படும் மயக்கமுமே இதற்குரிய காரணங்கள் ஆவன. விஞ்ஞான யுத்திகளையும் தந்திரத்தையும்பற்றி அவனுக்குச் சிறிதும் 'உணர்ச்சி' இருக்க முடியாது அல்லவா ?

இப்படிப் பாமரர்கள் மயக்கமடைவதைச் சென்ற பத்து ஆண்டுகளில் நான் அடிக்கடி பார்த்திருக்கிறேன். இதற்கு நான் கூறிய காரணம் சரியானதானல் (இந்த நூலின் அடிப்படையான முதற்கோள் அதுவேயாகும்), விஞ்ஞானிகள் அல்லாதவரான மக்களிடையே விஞ்ஞானச் செய்திகளை மட்டும் அதிக அளவில் பரவச் செய்வது அதற்குரிய பரிகாரம் ஆகாது. விஞ்ஞானச் செய்திகளை நன்கு அறிந்திருப்பதும் விஞ்ஞான-விளக்கமும் ஒன்றுக் கொன்று எதிர்ப்பொருளுள்ள விஷயங்கள் என்று நான் சொல்லவில்லை; ஆயினும் அவை இரண்டும் ஒன்றல்ல. விஞ்ஞானிகள் அல்லாதவர்களுக்கு விஞ்ஞான யுக்திகளையும் தந்திரத்தையும் பற்றிய அறிவைப் புகட்டுவதற்கான வழிகளை அமைப்பதே முக்கியமாகச் செய்யவேண்டிய காரியம். விஞ்ஞானப் பிரச்சினைகள் எழும்போது ஓர் ஆராய்ச்சியாளருக்கு இயற்கையாகத் தோன்றும் மனக் கிளர்ச்சி அவருக்கே அறிகுறியாக உள்ளது. அவ்வகை மனக் கிளர்ச்சியை விஞ்ஞானி அல்லாத ஒருவனுடைய மனத்தில் எத்தகைய குறுக்கு வழியாலும் எழுப்பக்கூடும் என்று எதிர்பார்க்கலாகாது. ஆனல், விஞ்ஞானமே

உணர்ச்சி - Feel.

தங்கள் தொழிலாயிருப்பதால் விஞ்ஞான விளக்கம் பெற்றிருப்பவர்களுக்கும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளைப் படித்தவர்களாக மட்டும் உள்ள புத்திசாலிக் குடி மக்களுக்கும் (சுருங்கக் கூறின், பாமரர்களுக்கும்) நடுவே காணும் இடைவெளிக்குப் பாலமிடவேண்டும்; அதற்குப் போதிய காரியத்தைச் செய்யக்கூடும் என்று நான் நம்புகிறேன்.

அதைச் செய்வதற்கு ஒரு வழி என்னவென்றால், ஒவ்வொருவனையும் சில வருஷ காலம் ஓய்வு எடுத்துக் கொண்டு விஞ்ஞான நிலையங்களை ஒழுங்காகப் பார்த்து வரும்படி கட்டுப்பாடு செய்வதேயாகும். உதாரணமாக, ஒரு பெரிய இரசாயனக் கம்பெனியின் ஆராய்ச்சிச்சாலையில் ஒரு தொகுதித் தலைவரின் கூட அவன் ஆறு மாதம் இருந்து வரலாம்; அதன் பின்பு, மின்சாரத் தொழில் ஒன்றில் முந்தியதை ஒத்த சௌகரியம் வாய்ந்த இடத்துக்குப் போகலாம்; பின்பு ஏதாவதொரு பல்கலைக் கழகத்தின் பௌதிக அல்லது இரசாயனச் சோதனைச்சாலைக்குப் போகலாம்; கடைசியாக, ஓர் ஆசுப்பத்திரிக்கோ அல்லது நிலக்கரியைப் புதிய முறையில் பயன்படுத்த முயலும் எஞ்ஜினியர்களின் தொழிலிடங்களுக்கோ செல்லலாம். இப்படியாக, விஞ்ஞானிகள் வேலை செய்வதை நேரில் சென்று பார்க்க வேறு எத்தனையோ வகை ஏற்பாடுகளை எளிதாக வகுக்கலாம். இந்த ஏற்பாடுகளின் நுணுக்கங்கள் வேறுபடக்கூடும். நேரத்தில் பெரும் பகுதியைப் பல்கலைக் கழகங்களிலேதான் செலவிடவேண்டும் என்று சிலர் வழக்காடலாம்; இதற்கு மாறாக, தொழிற்சாலைகளின் சோதனைச்சாலைகளே பொருத்தமான இடங்கள் என்று சிலர் சொல்லலாம். எப்படி இருந்தாலும், பௌதிகத்தையோ இரசாயனத்தையோ உயிரியலையோ உயர்தரப்

தொகுதித் தலைவர் - Group leader

பள்ளி அளவிலும் கூட அறியாதிருக்கும் ஒருவன், இப்படிக் கற்பனையாகத் திட்டமிட்ட பற்பல ஏற்பாடு களின் மூலமாகச் சில வருஷங்களுக்குள் விஞ்ஞானத்தையும் அதன் முறைகளையும் பற்றி நன்கு விளக்கம் பெற்று விடுவான் என்பது நாம் எல்லோரும் ஒப்புக்கொள்ளக் கூடிய விஷயம்.

ஆனால், இதற்கு அதிக நேரம் பிடிக்கும்; அதைத் தவிர, துரதிருஷ்டவசமாக, இதில் வேறு பல கஷ்டங் களும் இருக்கின்றன. எந்தச் சோதனைச்சாலையிலானாலும் அதைப் பார்க்க வருபவர்கள் தொந்தரவு கொடுப்பவர்கள் என்பது உலகறிந்த விஷயம். இதுவும்அன்றி, அவ்விடங் களில் பெரும்பான்மை நேரமும் கவர்ச்சியுள்ள காரியமோ மனத்தைப் பரபரக்கச் செய்யும் காரியமோ சாதாரணமாக நிகழ்வதில்லை. ஆதலால் அங்கே பார்க்க வருபவர்கள் விசேஷ நாட்களில் மட்டுமே வந்து சேரும்படியும், அங்குள்ள விஞ்ஞானிகள் பொறுமையாக விடை சொல்லு வதற்கு ஏற்றவையாயும் வேலைக்கு இடையூறுகாதவை யாயும் உள்ள புத்திசாலித்தனமான கேள்விகளை மட்டுமே அவர்கள் கேட்கும்படியும் நடப்பதற்கு ஓர் ஏற்பாடு செய்தாகவேண்டும். மேலும், கல்வி விஷயமான படக் காட்சிகளைச் சில மாணவர்களின் தொகுதிகளுக்கு ஒரு தடவைக்கு மேல் காட்டிவருவது போல, முதல் தடவை பார்த்தபோது பயன்பெறாமற்போன மக்களின் கண்ணின் முன்னே அந்தக் காட்சி முழுதும் மீண்டும் ஒரு முறை தோன்றும்படியாக ஓர் இந்திர-ஜால வித்தையையும் நடப் பில் செய்தாகவேண்டும்.

ஆனால், நான் இந்தக் கற்பனையை அதிகமாக வளர்த்து விட்டேன். இந்தப் புத்தகத்தின் அத்தியாயத் தலைப்புக் களை மேல்வாரியாகப் பார்த்தவர் எவருக்கும் நான் நிரூ

பிக்க முயலும் விஷயம் இன்னதென்று தெளிவாகப் புரியும். விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரத்தில் நிகழ்ந்த சில நிகழ்ச்சிகளைச் சுட்டி வாசகர்களுக்கு நினைப்பூட்டுவது இப்போது வர்ணித்த சோதனைச்சாலைகளின் இந்திர-ஜால யாத்திரைக்கு 'ஈடானது' என்பது என் அபிப்பிராயம்; அப்படி நினைப்பூட்டுவதே என் உத்தேசமும். 'ஈடான' என்று சொல்லுவது சற்று மிகையாக இருக்கலாம்; பற்பல சோதனைச்சாலைகளுக்கு நேரில் சென்று பார்ப்ப தால் கிடைக்கக்கூடிய அநுபவத்தில் ஒரு பகுதியாவது விஞ்ஞானிகள் பழங்காலத்தில் அறிவை முன்னேறச் செய்த முறைகளைச் சர்ச்சை செய்வதால் பெறக்கூடும் என்று சொல்லுவதே அதைவிடப் பொருத்தம் என்று நினைக்கிறேன். இதில் செலவிடும் நேரத்தைக் கவனித்தால், ஒப்பிடக்கூடிய அளவிலாவது விஞ்ஞான விளக்கம் ஏற்படும் என்று சொல்லலாம். நான் காட்டும் உதாரணங்கள் எல்லாம் ஒரு குறிப்பிட்ட விஞ்ஞானம் குழந்தைப் பருவத்திலிருந்தபோது நிகழ்ந்தவை என்றும், நிகழ்காலச் செய்திகளை அறியவேண்டும் என்னும் அவா உடையவர் களுக்குப் பழைய சரித்திரக்கதையையே நான் கூறுகிறேன் என்றும் (ஏற்கெனவே ஒரு சிலர் ஆட்சேபித்திருப்பது போல்) இன்னும் யாராவது ஆட்சேபிக்கலாம். ஆனால் அப்படி ஆட்சேபிப்பவர்களுக்கு விஞ்ஞான முறைகள் இப்போது உள்ளபடியேதான் அக்காலத்திலும் இருந்தன என்றும், இந்த ஒரே வழியின் மூலமாகத்தான் இந்த விஷயத்தைப் போதிய அளவு எளிமையாக விளக்கிக் காட்ட முடியும் என்றும் நான் பதில் சொல்லவேண்டி வரும்.

விஞ்ஞானிக்கும், அவன் என்ன செய்கிறான் என்று பின்னாலிருந்து எட்டிப்பார்ப்போருக்கும் (அல்லது அவன்

பணம் கேட்கும்பொழுது அவனை வெறித்துப் பார்ப் போருக்கும்) அக்கறை உள்ள காலம் நிகழ்காலம் அன்று. வருங்காலத்தில் மட்டுமே அவர்களுக்கு உள்ள அக்கறை எல்லாம். இந்த நூல் முழுவதிலும் இந்தக் கருத்தே வற்புறுத்தப்படும். நிகழ்கால விஞ்ஞான அறிவில் கவலை உள்ளவர்கள் கலைக்களஞ்சிய ஆசிரியர்கள்தான். எல்லா ஆராய்ச்சிகளும், பற்பல காரியங்களைச் செய்யப் புதிய வழிகளைத் தேடும் எல்லா முயற்சிகளும் திடீரென்று ஓய்ந்துபோனால், குடிமக்களுக்கும் விஞ்ஞானிகளுக்கும் இந்த விஷயத்தில் உள்ள கருத்து விட்டுப்போகும். ஒவ்வொரு நாளும் எண்ணிறந்த சோதனைச்சாலைகளிலும் சோதித்து-அறி திட்டங்களிலும், வைத்தியசாலைகளிலும் ஏதேதோ நிகழ்ந்து வருவதே விஞ்ஞானத்துக்கு முக்கியத் துவத்தைக் கொடுக்கிறது. சென்ற முந்நூறு வருஷங் களுக்கு மேலாக மனித வாழ்க்கையின் நடப்பு-முறை சில சிக்கலான மாதிரிகளாக வளர்ந்துவிட்ட காரணத்தால்தான் இப்புதிய நிகழ்ச்சிகள் நடக்கின்றன. இவைகளை நாம் பரிசோதனை விஞ்ஞான முறைகள் என்று சொல்லலாம். மிகச் சிக்கலாக அமைந்திருக்கும் நவீன விஞ்ஞானத்தின் சின்னஞ்சிறு பகுதி ஏதாவதொன்றிலும், இப்போதுள்ள நிலையில், பின்னிக் காணும் பற்பல இழைகளைப் பிரித் தெடுப்பது சிரமமான காரியம்; அது அநேகமாக நடக் காது என்றே எதிர்பார்க்கலாம்—ஒரு புத்தகத்தின் மூல மாக அதைச் செய்வது நிச்சயமாக இயலாத காரியம், சந்தேகமே இல்லை. ஆயினும் ஒரு குறிப்பிட்ட துறையின் சரித்திரத்தின் தொடக்க நிலையில் ஒரு படியில் நிகழ்ந்த முக்கிய முன்னேற்றங்களை நன்றாகக் கவனித்தால், நவீன

சோதித்து - அறி திட்டம் - Pilot plant. பரிசோதனை விஞ்ஞான முறை கள் - Methods of experimental science.

விஞ்ஞானச் சிக்கல்களால் ஏற்படும் குழப்பத்தை ஓரளவு ஒதுக்க முடியும். ஆனால் அப்படிச் செய்தால் அதில் ஓர் ஆபத்து உண்டு; இக்கால விஞ்ஞானம் நெருங்கிப் பின்னிய இழைகளை உடையது என்பதையும் பல வகையான நீண்ட காலச் சரித்திரங்களையுடைய எண்ணிறந்த இழைகள் இப்போது ஒன்றுக்கொன்று ஆதாரமாக இருக்கின்றன என்பதையும் நாம் மறந்துவிடக்கூடும். அப்படி நடவாமலிருக்கும் பொருட்டு, முன்னொரு காலத்தில் நிகழ்ந்த ஓர் எளிய உதாரணத்தைக் கவனித்து வரும்போது, முன் நோக்காக நாம் வாழும் காலத்தைக் குறிப்பதன் மூலமாக, 1950-ஐ அடுத்துள்ள வருஷங்களில் காணப்படும் தற்கால நிலையையும் அவ்வப்போது நினைவுபடுத்திக்கொள்வோம்.

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் பரம்பரை மரபுகள்

பௌதிக, உயிர்நூல் விஞ்ஞானங்களில் ஆச்சரியமான விளைவுகளை இயற்றக் காரணமாக இருக்கும் முறைகளை மற்ற மக்கட் காரியங்களிலும் எவ்வளவில் பிரயோகிக்கக்கூடும் என்பது இப்போது நடந்துவரும் மிக முக்கியமான சர்ச்சைகளில் ஒன்று. கல்வியும் மெய்ம்மையும் நிரம்பிய அறிஞர்கள் தம்முள் கருத்தொற்றுமைப்படாப் பிரச்சினைகளில் கீழ்க்கண்டவையும் சில: மனித வாழ்க்கைப் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதற்குப் பரக்கப் பயன்படுத்தவல்ல 'விஞ்ஞான முறை' என்று ஏதாவது ஒன்று இருக்கிறதா? சமூக விஞ்ஞானங்கள் என்பவை உண்மையில் விஞ்ஞானங்கள் தாமா?

இவ் வினாக்களுக்கும் இவற்றோடு சம்பந்தப்பட்ட பல வினாக்களுக்கும் உரிய விடைகள் சுதந்திர மக்களின் வருங்காலத்துக்கு முக்கியமானவை. சமூக விஞ்ஞானங்களின் வருங்காலத்தைப் பற்றி நாம் கொள்ளும் மதிப்பைப் பொறுத்து, நமது கல்வித்துறைச் செயல்முறைகளை ஒரு

புறமும், பலவகைப்பட்ட சமூக, பொருளாதார, அரசியல் பிரச்சினைகளில் சமுதாயம் ஒருங்கு சேர்ந்து செய்யும் செயல்களை மற்றொரு புறமும் நடத்தவேண்டியிருக்கிறது. கல்வியோடாவது மனித வாழ்க்கைப் பிரச்சினை ஆராய்ச்சிகளோடாவது பௌதிகம், இரசாயனம் உயிரியல் ஆகியவற்றின் முறைகளுக்கு உள்ள சம்பந்தத்தைப் பற்றிப் பாமரன் ஒருவனுக்குத் தெளிவான கருத்து ஏற்படவேண்டுமானால், அந்த முறைகளை அவன் புரிந்துகொள்ள வேண்டும் அல்லவா? இயற்கை-விஞ்ஞான முறைகளைப் பற்றிப் பொதுமக்கள் எண்ணி வருவதைத் தெளிவுபடுத்த வேண்டியது மிகவும் அவசியம் என்றே தோன்றுகிறது. மனித வாழ்க்கையின் எல்லாவிதப் பிரச்சினைகளை ஆராய்வதற்கும் தீர்ப்பதற்கும் புத்திசாலித்தனமான முறைகளை எப்படி உபயோகப்படுத்தலாம் என்ற வழிகளை இன்னும் நன்றாகச் சர்ச்சை செய்யவேண்டும்; அந்தச் சர்ச்சைக்கு அடிகோலுவதற்காக இந்தக் காரியத்தைச் செய்தாக வேண்டும்.

கூடியவரை பட்சபாதமற்றவையாயும் புத்திசாலித்தனமானவையாயும் உள்ள விசாரணைகள் எல்லாம் விஞ்ஞான முறைகளுக்கு ஈடானவை என்று ஒரு தீவிரக் கட்சி பல வருஷங்களாக விடாப்பிடியாக வற்புறுத்தி வருகிறது. உதாரணமாக, சுமார் அறுபது வருஷங்களுக்கு முன்னால், **விஞ்ஞான இலக்கணம்** என்னும் நூலில் கார்ல் பியர்ஸன் என்பவர் 'நவீன விஞ்ஞானம் செய்திகளைத் துல்லியமாகவும் பட்சபாதம் இல்லாமலும் பகுத்தாராய மனத்தைப் பயில்விக்கிறது; ஆதலால் அது நற்குடிமையை வளர்ப்பதற்கு விசேஷப் பொருத்தம் வாய்ந்த கல்வி

விஞ்ஞான இலக்கணம் - *The Grammar of Science.* கார்ல் பியர்ஸன் - Carl Pearson.

யாகும்' என்று வெளிப்படக் கூறியிருக்கிறார். மேலும் அவர் மற்றக் காரியங்களில் ஈடுபட்ட பாமரனை நோக்கி, 'ஒரு சில செய்திகளின் சிறிய தொகுதியைப் பற்றி முழுமையும் அறிந்துகொள்வதும், அவைகளில் ஒன்றுக் கொன்றுள்ள தொடர்பையும் அவைகளின் வரிசைக் கிரமத்தை விஞ்ஞான ரீதியில் வெளியிடும் சூத்திரங்கள் அல்லது விதிகளையும் தெரிந்துகொள்ளுவதும் அவசியம். இந்த விதமாகத்தான் மனம் விஞ்ஞான முறையில் ஊறுகிறது; ஒரு முடிவைக் கொள்ளும்போது தனக்குரிய ஒருசார் நிலையினின்றும் விடுபடுகிறது. நாம் மேலே பார்த்தபடி, லக்ஷிய நற்குடிமைக்கு வேண்டியவற்றில் இந்த நிலையும் ஒன்று. விஞ்ஞானப் பயிற்சி ஒழுங்குமுறையைக் கற்பிக்கிறது என்று முதலாவதாகக் கூறப்படும் இந்தக் கட்சியே அப்பயிற்சிக்கு அரசாங்க ஆதரவு அளிக்கப்பட வேண்டும் என்பதற்கு மிகவும் பலமான உரிமை அளிப்பதாக எனக்குத் தோன்றுகிறது' என்று சிபாரிசு செய்தார்.

விஞ்ஞான முறையைப் பற்றிப் பியர்சன் கூறியதைக் குறை சொல்ல வேண்டிய சந்தர்ப்பம் பின்னால் எனக்குக் கிடைக்கும். ஆதலால், அவருடைய நூலின் முதற்பகுதியை ஊடுருவி அதன் உள்ளுறைபொருளாகக் காணும் இரண்டு விஷயங்களை மட்டும் நாம் இப்போது ஊன்றிக் கவனிப்போம். முதலாவதாக, செய்திகளைப் பாரபட்சமில்லாமல் துல்லியமாகப் பகுத்தாராய்வது விஞ்ஞான உலகத்தில் மட்டுமே சாத்தியமானது என்பதையும், இரண்டாவதாக, அப்பேர்ப்பட்ட சிக்ஷைமுறைக்கு ஒருவன் தன்னை உட்படுத்திக்கொண்டால், எல்லா விஷயங்களிலும் பாரபட்சமில்லாமல் பகுத்தாராயும் திறமையுடைய மனப்பான்மை அவனுக்கு அதன்மூலமாக ஏற்பட்டுவிடும் என்பதையும் கவனிப்போம்.

செய்திகளைப் பாரபட்சமில்லாமல் துல்லியமாகப் பகுத்தாராய்வது விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிக்கு அவசியமான நிபந்தனைகளில் ஒன்று என்பதைப்பற்றிச் சந்தேகம் இல்லை. ஆனால் ஆதிக் காலத்திலே விஞ்ஞான விசாரணைகளில் அக்கறை கொண்டவர்கள் இந்த மனநிலையைப் புதிதாக அமைக்கவில்லை; மேலும், மற்றவைகள் எல்லாவற்றையும் காட்டிலும் இம் மனநிலையே முக்கியமானது என்பதையும் அவர்கள் உடனே தெரிந்துகொள்ளவும் இல்லை. இயற்கை விஞ்ஞானச் சரித்திரங்களை விரைந்த மேல் நோக்காகப் பார்த்தாலும், நவீன சிக்ஷமுறை ஒவ்வொன்றின் கரு-வளர்ச்சிப் பருவத்தின்போதும் காரணம் காட்டிய அபிப் பிராயங்களைக் காட்டிலும் பலமாகக் கட்சிப்படும் விவாதங் களே எழுத்தாளர்களின் பேனு முனையிலிருந்து பெரும் பான்மையும் வெளிப்பட்டன என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. பதினேழாம் பதினெட்டாம் நூற்றுண்டுகளின் விஞ்ஞானச் சரித்திரத்தை நான் கற்றது சரியாயிருந்தால், ஒரு விஞ்ஞான விசாரகன் சோதனைச்சாலையில் அடிவைத்த கணத்திலேயே தன்னை ஒரு தீவிரமான சிக்ஷமுறைக்கு உட்படுத்திக்கொள்ள வேண்டியது அவசியம் என்னும் எண்ணம் படிப்படியாகத்தான் பரிணமித்தது. முற்பட் டோரின் தவருன முன்னபிப்பிராயங்களும் வீண்கர்வமும் முன்னேற்றத்தைத் தடைசெய்யும் முட்டுக்கட்டைகளாக எப்படி இருந்துவந்தன என்பதை ஒவ்வொரு புதிய தலை முறையும் காணக் காண, துல்லியத்தையும் பட்சபாத மின்மையையும் ஒட்டிய பிரமாணங்கள் படிப்படியாக உயர்த்தப்பட்டன. ஆனல், பத்தொன்பதாம் நூற்றுண் டின் நடுவின்வரை இருந்ததுபோல, விஞ்ஞானம் அமெச் சூர்களின் துறையாகவே பெரும்பான்மையும் இருந்துவந்த வரையில், ஒருவன் தான் கண்டுபிடித்த விஷயங்களைப்

பற்றித் தற்பெருமை கொண்டிருந்தான். ஒருவன் பிடித்து வந்த மீன்களின் அளவைப் பற்றி வேறு யாராவது குறை கூறினால், அவன் அவர்கள் அனைவரோடும் அவைகளின் அளவைப்பற்றி வாதாடத் தொடங்குகிறான்; அந்தப்படி விவாதம் நிகழும்போது அவைகளின் நீளம் மேன்மேலும் அதிகமாகிறது! அப்படி ஆனால் என்ன? அவனுக்கு எதிர்க் கட்சி சொல்பவனும் அப்படிப்பட்ட ஒரு புளுகன்தான் என்பது உலகறிந்த விஷயம்தானே!

விஞ்ஞான சங்கங்கள் அமைக்கப்பட்டதும், அவை களின் முக்கியத்துவம் அதிகமாகி வளர்ந்து வந்ததும், விஞ்ஞானமும் ஒரு தொழிலேயாகும் என்னும் உணர்ச்சி படிப்படியாக வேரூன்றியதும், ஆகிய யாவும் ஒன்றுசேர்ந்து இந்தச் சூழ்நிலையை மெல்ல மெல்ல மாற்றி வந்தன. தன்னடக்கம் மிக அவசியம் என்பதை உணர்ந்தவர்களான கலிலீயோ போன்ற சில மகான்கள் காட்டிய வழியே சரியான பிரமாணம் என்று ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது. அரசியல் துறையிலும் மதத் துறையிலும் தோன்றிய விவாதங்களில் பிரயோகிக்கும் ஆயுதங்களையே ஞானத் துறையிலும் பிரயோகிக்க முயன்றவன் பின்னடைந்தான்; சொல்லின் வன்மையால் எதிரியை வசப்படுத்துவதிலோ அல்லது வசை மொழிகளால் அவனை அரங்கிலிருந்து துரத்துவதிலோ நம்பிக்கை வைக்காத நவீன விஞ்ஞானிக்கு இடங்கொடுக்கத் தொடங்கினான். ஏனெனில், இந்நாளில் அவனுடைய கட்சியைக் கேட்டு முடிவு சொல்பவர்கள் அவனுக்குச் சமமானவர்களாயும் விஷயம் தெரிந்தவர் களாயும் உள்ள ஒரு பெரும் தொகுதியைச் சேர்ந்தவர்கள்; ஆகையால், அதிக ஆசாபாசமின்றித் திருத்தமான விவரங் களை அவர்களுக்குத் தெரிவித்தால், அதுவே போதும்.

கலிலீயோ - Galileo. பிரமாணம் - Standard.

நான் இங்கே குறிப்பிடுவதெல்லாம் விஞ்ஞானிகளோடு பேசும் விஞ்ஞானிகளைத்தான். விஞ்ஞானத்தைப் பொது மக்களிடையே பரப்புவதில் மிக வல்லவர்களாகிய ஹக்ஸ்லி முதலியோரை நான் இங்கே குறிப்பிடவில்லை; அவர்களை உண்மையில் கல்வி புகட்டும் போதகர்கள் என வேண்டும்.

மனக் கிளர்ச்சியுற்று நிலைதடுமாறும் இயல்புள்ளவரும் கூடத் தம்முடைய சோதனைச்சாலையில் அடி வைத்ததும் துல்லியமாகவும் பட்சபாதமில்லாமலும் நடக்கவேண்டியிருக்கிறது; இயற்கை விஞ்ஞானங்களில் சமூக வாழ்க்கையால் ஏற்பட்டுள்ள சூழ்நிலையானது இந்நாளில் இப்படிச் செய்துவிட்டது என்றால் மிகையாகாது. அவர் பெற்றிருக்கும் பரம்பரை மரபுகளும், அவருடைய கருவிகளும், உன்னதமான புலமையும், அவரைச் சூழ உள்ள சாட்சியக் கூட்டமும் (அவர் முடிவுகளை வெளியிட்டால் படிப்பவர் எல்லோரும் சாட்சிகள்தானே) ஒன்று சேர்ந்து அதிகாரம் செலுத்துகின்றன; ஆதலால், அவர் தமக்குரிய விஞ்ஞானத் துறையிலுள்ள விஷயங்களில் பட்சபாதமில்லாமல் பரிசோதித்தல் அல்லது கவனித்தல் என்னும் கடுமையான நெறியை விட்டு விலகுவாரானால் ஆபத்து விளைந்துவிடும். தவறானவை என்று இப்பொழுது தெளிவாக உணரப்படும் சில கவனக் குறிப்புக்களையோ அல்லது ஒரு கொள்கையையோ கண்மூடித்தனமாக விடாதிருந்த காரணத்தால் இன்னாரின்னார் எப்பேர்ப்பட்ட முட்டாள்-பட்டத்தைக் கட்டிக்கொண்டார் என்பது அவருக்கு மிக நன்றாகத் தெரியும். ஆனாலும், அவர் தம் சோதனைச்சாலையிலிருந்து வெளியே வந்துவிட்டாலோ, இஷ்டம்போலெல்லாம் தம் கற்பனையைச் செல்லவிடலாம்; தம் தொழிலால் தம்மீது விதித்துக்கொண்ட சிக்ஷை முறையிலிருந்து விடுதலை

ஹக்ஸ்லி - Huxley.

பெற்றுவிட்டபடியால், அடக்கம் என்பது அப்போது சிறிதும் வேண்டியதில்லை போலும். சோதனைச் சாலையில் வேலை செய்பவர்கள், தங்களுடைய தொழில் திறமைகளுக்குப் புறம்பாக உள்ள விஷயங்களில், மற்ற மக்களைக் காட்டிலும் பாரபட்சமின்மையிலும் தன்னடக்கத்திலும் சற்றே குறைவுபட்டவர்களாகக் காணப்பட்டால் அதைப் பற்றி நாம் ஆச்சரியப்பட வேண்டியதில்லை. ஏனெனில், விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியாளர்களும் மனிதப் பிறவிகள்தான்; மக்களின் மதியீனத்திலிருந்து அறிவுடைமை வரை விரிந்துள்ள நிறமாலையில் மற்ற மனிதர்கள் எல்லாம் என்ன விகிதத்தில் காணப்படுகிறார்களோ அதே விகிதத்திலேயே அவர்களும் காணப்படுகிறார்கள்; நான் கவனித்த வரையில் இந்த முடிவுக்கே வரவேண்டியிருக்கிறது.

பதினாறும் பதினேழாம் நூற்றாண்டுகளில் திருத்தமாயும் பட்சபாதமற்றவையாயும் உள்ள விஞ்ஞான விசாரணைக்குப் பிரமாணம் வகுத்த ஆதி ஆராய்ச்சியாளரின் முன்னோர்கள் யாவர்? கோபெர்னிக்கஸ், கலிலீயோ, வெஸேலியஸ் ஆகியோரின் ஆத்மீக முன்னோர் யாவர்? மத்திய காலத்தில் திட்டம் வகுக்காமல் சில பரிசோதனைகளை நிகழ்த்தியோ, அல்லது புதிய இயந்திரக் கருவிகளைத் திறமையாக அமைத்தோ தம்முடைய அநுபவ வாயிலான அறிவைப் படிப்படியாக வளர்த்தவர்கள் அல்லர். இவர்கள் தங்களுடைய பிற்காலச் சந்ததிகளுக்குப் பற்பல செய்திகளையும், நடைமுறைக் காரியங்களை நிறைவேற்றுவதற்குரிய சிறந்த முறைகளையும் அளித்தார்கள்; ஆனால் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி-உள்ளத்தை அளிக்கவில்லை. சிக்ஷை முறையில் நிகழ்த்தப்படும் அறிவுத்துறை விசாரணையில் புதிதான

நிறமாலை - Spectrum. கோபெர்னிக்கஸ் - Copernicus. வெஸேலியஸ் Vesalius. மத்திய காலம் - Middle Ages. அநுபவவாயிலான - Empirical.

உற்சாகம் திடீரென்று தோன்றியதற்குக் காரணமான வர்கள் எவர் என்றால், ஸாக்ரடீஸின் மரபில் ஊறிய மனம் படைத்த சிலரையும் தொல்-பொருட்கலையின் பழைய முறைகளின் மூலமாகக் கிரேக்க ரோம நாகரிகப் பண்பாடுகளை முதல்முதலாக மறுபடியும் தெரிந்து கொண்ட சில ஆதிப் புலவர்களையுமே குறிப்பிடவேண்டும். மறுமலர்ச்சியின் முதற்பகுதிக் காலத்தில் விருப்பு வெறுப்பு இன்றி உண்மையைத் தேடும் ஓர் ஆவலானது உயிரற்ற இயற்கையின் மீதோ, உயிர்பெற்ற இயற்கையின் மீதோ உள்ள கருத்தைக் காட்டிலும் மனிதனின் மீதும் அவன் நிகழ்த்தும் செயல்களின் மீதுமே அதிகக் கருத்துள்ள மக்களால் முற்போக்கை அடைந்து வந்தது. மத்திய காலத்தில் மானுடப் பகுத்தறிவை நுட்பமாகப் பட்சபாத மில்லாமல் உபயோகிக்கவும், அச்சமும் தயவும் இல்லாமல் ஆழப் புகுந்து நோக்கவும் முயலவேண்டும் என்னும் அவாவானது மக்களின் வாழ்க்கைப் பிரச்சினைகளைப் பற்றி எழுதி வந்தவர்களால் அழியாமல் காப்பாற்றப்பட்டது. கல்வி புத்துயிர் பெற்ற தொடக்க காலத்தில் பண்டை இலக்கிய அன்பர்கள் செய்த பண்டைக்கால ஆராய்ச்சியே பாரபட்சமில்லாத விசாரணையைப் பற்றிய நவீனக் கருத்துக்களுக்கு எடுத்துக்காட்டு என்று ஒருவாறு சொல்லக் கூடியது. விஞ்ஞானக் குறுகுறுப்பு அலையலையாக மோதி உயர்ந்தோங்கும் வரை, இக்காலத்தில் நாம் இயற்கை விஞ்ஞானம் என்று சொல்லும் துறையில் நிகழ்த்தப்பட்ட ஆராய்ச்சிகள் எல்லாம் கற்றறிந்த மக்களுக்குங்கூட

ஸாக்ரடீஸ் - Socrates. தொல் பொருட்கலை - Archaeology. மறு மலர்ச்சி - Renaissance. பண்டை இலக்கிய அன்பர் - Humanist. ஐரோப்பாவில் இருண்ட காலத்தில் அறிவு என்பது எல்லாம் மத-அறிவு என்றும், அறிஞர் என்பவர் எல்லாம் மதகுருக்கள் என்றும் இருந்தன. அந் நிலையில் சில பாமரர்கள் பண்டைக்காலக் கிரேக்க, உரோமக் கவிகளும் தத்துவஞானிகளும், பிரசங்கிகளும் இயற்றிய இலக்கியங்களின் மீது கருத்துக்கொண்டனர். அவர்களுக்கே இப்பெயர் முதன் முதலில் வழங்கப்பட்டது.

அதிகக் கவர்ச்சிகரமாக இல்லாமல் இருந்தன. பிரபஞ்ச சிருஷ்டியைப் பற்றி அப்போது வழங்கிவந்த கொள் கைகளை அதிகம் பாதிக்கும் விஞ்ஞான முடிவுகளைத் தவிர மற்ற முடிவுகள் எல்லாம் கடலில் எறிந்த கல்லைப்போல் காணுமல் போவதே வழக்கமாயிருந்தது.

விஞ்ஞானக் குறுகுறுப்பு அலையலையாக உயர்ந்தோங் கத் தொடங்கியது ஏன், எப்படி, என்பவை சரித்திர விஞக்களில் மிக மிகக் கவர்ச்சியுள்ளவை; மிகச் சிரமமான வையுங்கூட. இவற்றுக்கு எளிய விடைகள் கிடையா. 'விஞ்ஞான உதயத்தை' விவரிக்கும் முயற்சி எதுவாஞலும், அது நாம் வாழும் புது யுகத்தை உருவாக்க உதவிவந்த சிக்கலான அம்சங்களில் ஒன்றையோ மற்ருென்றையோ அளவுக்கு மீறி வற்புறுத்தும்; அதனுல் அது நிச்சயம் தவ ருகும். 'நவீன விஞ்ஞானம் தொடங்குவதற்குப் பண்டைக் கால இலக்கியத்திலும் வாழ்விலும் கருத்துள்ள வர்களால் யாதொரு உதவியும் செய்யப்படவில்லை என்றும், உண்மையில் அவர்களுடைய செயல்கள் அதற்குப் பிரதி கூலமாகவே இருந்திருக்கலாம் என்றும் சிலர் கூறக் கேட்டிருக்கிறேன். இதற்கு மறுதலைபாக, பண்டைக்கால இலக்கிய ஆராய்ச்சியாளர்கள் பண்டைக்கால இலக்கியங் களையும் வாழ்வின் உயிர்-நாடியையும் மீண்டும் கைப் பற்றியதே விஞ்ஞானத்தை வளர்ப்பதற்கு ஒரு தனிக் காரணமாக இருந்தது என்று வேறு சிலர் மிக அழுத்திக் கூறுகிருர்கள்; நிச்சயமாக அதுவும் கூட ஒரு மிகைக் கூற்றே யாகும்.

தம்முடைய வாலிபப் பருவத்தில் ஆர்க்கிமீடீஸைப் படித்ததால் தமக்கு உள்ளக் கிளர்ச்சியும் கருத்துக்களும் உண்டாயின என்று கலிலீயோ ஒப்புக்கொள்கிருர். புத்

விஞ்ஞான உதயம் - Dawn of Science. ஆர்க்கிமீடீஸ்-Archimedes.

துயிர் பெற்ற கல்வியானது விஞ்ஞானத்தைத் தூண்டு வதற்கு ஒரு முக்கியமான காரணமாக இருந்தது என்று இதிலிருந்து நாம் வழக்காட முடியும். அக்காலத்துக்கு முந்நூறு வருஷங்களுக்கு முன்பானல், கலிலீயோவைப் போன்ற மனப் போக்கும், மேதாவிலாசமும் உடைய ஒருவனுக்குக் கிரேக்க நூல்களின் லத்தீன் மொழி பெயர்ப்புக் கிடைத்திராது; ஏனென்றால் மூர்பேகே ஊரின ரான வில்லியம் என்பவரால் ஆர்க்கிமீடீஸின் நூல் லத்தீ னில் மொழிபெயர்க்கப்பட்டு, 1543-ல் அச்சடிக்கப்பட்டது. அலெக்ஸாந்திரியா ஊரினரான ஹீரோவின் நூலின் லத்தீன் மொழிபெயர்ப்பு ஒன்று 1575-ல் வெளியிடப் பட்டு, திரவ-இயல் நிகழ்ச்சிகளில் ஓர் அவாவைத் தூண்ட ஏதுவாயிருந்தது.

இத்தாலிய ஜனநாயக நகரங்கள் சிறப்புற்றிருந்த காலத்தில் அறிவுத்துறையில் ஒரு துணிகரமான முயற்சி அவைகளின் தனிப் பண்பாக இருந்தது தெரிகிறது. பண்டைக்கால உலகத்தோடு உள்ள தொடர்பையும் அச்சடித்தல் என்னும் புத்தமைப்பால் செய்திகள் மேன் மேலும் பரவி வந்ததையும்விட இதுவே முக்கியமானது. விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியாகக் கடைசியில் அமைந்து தோன் றிய குறுகுறுப்பும் படைப்புச் சக்தியும் மறுமலர்ச்சியில் எப்படிப் பொங்கி வந்தன என்பதைப் பிலிப்போ புருனெல் லெஸ்கியைப் பற்றி வஸாரி சொல்லிய சிறு கதை ஒன்று நன்கு சுட்டுகிறது என்பது என் அபிப்பிராம். அந்தக் கதை சுருக்கமாக இதுதான்: 'பிலிப்போ தம் நாட்டுக்குத் திரும்பிய சில மாதங்களுக்குப் பின்பு, அவர் ஒரு நாள்

மூர்பேகே ஊரினரான வில்லியம் - William of Moerbeke. அலெக் ஸாந்திரியா - Alexandria. ஹீரோ - Hero. திரவ-இயல் - Hydraulics. பிலிப்போ புருனெல்லெஸ்கி - Filippo Brunelleschi. வஸாரி - Vasari.

டொனேடோவோடும் வேறு சில ஓவியர்களோடும் பண்டைச் சிற்பங்களைப் பற்றிப் பேசிக்கொண்டு அர்ச். மேரியா டெல் பியோரின் திண்ணைப்புறமாக இருந்தார். அப்பொழுது டொனேடோ தாம் ஓர்வியேடோவுக்கு யாத்திரை சென்றிருந்ததையும் அதன் பின்பு கார்டோனே நகரின் வழியாகச் சென்றபொழுது....செதுக்கு வேலைப் பாடமைந்ததாயும் அற்புதமானதாயும் அந்தக் காலத்தில் காண்பதற்கு அரிதானதுமான ஒரு சலவைக்கல் சமாதிப் பெட்டியைக் கண்டதையும் சொன்னர்...உடனே அதைக் காண வேண்டும் என்னும் பேரவா பிலிப்போவுடைய மனத்தைப் பற்றியதால், அவர் அப்போதிருந்தபடியே மேலங்கி முக்காடு கால்கட்டையுடன், அவர்களோடு ஒரு வார்த்தைகூடப் பேசாமல்....கலையில் தமக்கிருந்த காதலும் அன்புமே கவர்ந்து வழிகாட்ட, கார்டோனேவுக்குப் புறப்பட்டுவிட்டார்.'

இதே சந்தர்ப்பத்தில் சார்ல்ஸ் சிங்கர் தம்முடைய உயிர் நூலின் சரிதச் சுருக்கத்தில் 'பண்டை இலக்கியப் புலமை, மறுமலர்ச்சிக் கலை, அச்சுத் தொழிலின் திருந்திய நிலை ஆகியவை யாவும் ஒன்ருகச் சேர்ந்த அதிருஷ்டவசத்தால் தாவரங்களைச் சீராக அறியும் முயற்சி தொடங்கிற்று என்று கண்டறிந்திருக்கிருர்கள். பிராணி உடல்களின் ஆராய்ச்சி விஷயத்திலும் இது உண்மைதான்' என்று எழுதியிருக்கிருர்.

இத்தாலிய மறுமலர்ச்சி என்னும் நொதிப் பொருள் ஒரு புது இனமாக மாறி, வாலிபர்களின் பல தலைமுறைகளின் ஊடே பரவியபோதுதான் விஞ்ஞானம் சுயமாகப்

டொனேடோ - Donato. அர்ச். மேரியா டெல் பியோர் - S. Maria del Fiore. ஓர்வியேடோ - Orvieto. கார்டோனு - Cortona. சார்ல்ஸ் சிங்கர் - Charles Singer. உயிர் நூலின் சரிதச் சுருக்கம் - *Short History of Biology*. நொதிப் பொருள் - Ferment.

பெருகி வரும் ஒரு சமூக நிகழ்ச்சியாக ஆயிற்று என்பது என்னுடைய அபிப்பிராயம். அப்போது கலை, தொல்லுயிர் நூல், இலக்கியம் என்பவைகளின் மீது தாங்கள் செலுத்திவந்த கவனத்தை மக்கள் ஒதுக்கிவிட்டு, தாவர அமைப்பின் மீதும் பிராணி அமைப்பின் மீதும் நட்சத்திரங்களின் மீதும் இயந்திரக் கருவிகளின் மீதும் கவனம் செலுத்தலானார்கள். இந்த உருவகத்தை இனிச் சற்றே தொடரலாமானால், அதுவரையில் மலடாகவே இருந்து வந்த துறை ஒன்றில் இந்தப் புதிய வகையான நொதிப் பொருள் எப்படியோ ஓர் இருப்பிடம் பெற்று விட்டது. இத்தாலி நாட்டின் பற்பல நகரங்களிலும் பட்டினங்களிலும் வாழ்ந்த மக்களை விடக் கவிதையிலும் கலையிலும் குறைவாக உள்ள உணர்ச்சியுடையவர்களும் மனித உடலையோ அல்லது நட்சத்திரங்களையோ அல்லது விழும் பொருள்களையோ அல்லது வெற்றிடத்தை இயற்றும் முறைகளையோ பற்றிக் கண்டுபிடித்தவர்களின் உற்சாகத்தில் பங்கெடுத்துக்கொள்ள முடிந்தது. புரூனெல்லெஸ்கியின் உள்ளத்தை ஒத்த உள்ளத்தைக் கலிலீயோவும் நிரம்ப உடையவராக இருந்திருக்க வேண்டும்; 1650-ஐ அடுத்துள்ள சில ஆண்டுகளில் பாயிலுக்கும் ஆக்ஸ்பர்டிலிருந்த அவருடைய நண்பர்களுக்கும் (இவர்களைப் பற்றிப் பின் அத்தியாயம் ஒன்றில் கூறப் போகிறேன்) கலிலீயோவோடு பல ஒற்றுமைகள் இருந்திருக்க வேண்டும். ஆனால், இவர்கள் காலமும் இடமும் பெயர்ந்து, ப்ரூனெல்லெஸ்கியின் அந்தரங்க நண்பர்களாக ஆயிருக்கக்கூடும் என்று என்னால் எண்ணமுடியவில்லை. இவர்கள் மில்ட்டனுக்கு மிகவும் அண்மையில் இருந்ததே இதற்கு ஒரு காரணம்; இப்படிச் சொல்வது பல பொருள்களிலும் பொருந்தும்.

பாயில் - Boyle. ஆக்ஸ்பர்ட் - Oxford. மில்ட்டன் - Milton.

மேற்கூறிய சரித்திரத்தின் பகுத்தாராய்ச்சி சரியான தானால், இரசவாதிகளைக் காட்டிலும் மிக அதிகமான அளவில் பீட்ரார்க், பொக்காச்சியோ, மாக்கியவெல்லி, இராஸ்மஸ் ஆகியவர்களே நவீன விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி யாளரின் ஆத்மீக முன்னோர்களாக இருந்தார்கள் என்று கருத வேண்டும். அது போலவே, நுணுகிப் பார்க்கும் தத்துவ உள்ளத்தை வளர்த்து வந்த ராபலேயும் மாண்டே னும் கூட நவீன விஞ்ஞானிகளின் முன்னோர்களாகவே கருதப்பட வேண்டும். மறுமலர்ச்சிக் காலப் பண்டை யாராய்ச்சியாளர்களும், நெஞ்சுறைத்த சில ஐயப்பாடுடைய வர்களும் மட்டும் அன்றி, மெய்ம்மையுள்ள ஆராய்ச்சி யாளரும் நெஞ்சமுத்தம் மிகுந்த ராஜதந்திரிகளும்கூடப் பழைய வினாக்களுக்குப் புதிய விடைகளை அளிக்க முயலு வோரின் துரபிமானத்தைக் குறைத்து, விஷயங்களைப் பட்சபாதமில்லாமல் பரிசீலனை செய்ய விரும்புவோரின் முன்னோர்கள் ஆவார்கள் நான் காணும் அளவில், பயிரிடு வதற்குப் பக்குவமாக இருந்த சிற்சில புலங்களில் சில நூற்றாண்டுகளுக்கு முன் குடியேறியவர்களின் கொடி வழி ஒன்றில் தோன்றிய சந்ததிகளே இக்காலத்து விஞ்ஞானி கள், விஞ்ஞானம் சுயமாகப் பெருகி வளரும் இயல்பு பெற்றதும், இந்தப் புலங்களைப் பயிரிடுவோர்களுக்குத் தங்களுடைய முன்னோர்களின் மரபுகளைப் பின்பற்றி வருவதில் முன்னிருந்த சிரமம் எல்லாம் குறைந்துவிட்டது.

ஆகையால், விஞ்ஞானி பட்சபாதமில்லாமல் ஆராய் பவன் என்னும் காரணத்தால் மட்டுமே, அவனை ஓர் உன்னத ஸ்தானத்தில் தூக்கி வைத்தால், அது யதார்த்த

இரசவாதி - Alchemist. பீட்ரார்க் - Petrarch. பொக்காச்சியோ - Boccaccio. மாக்கியவெல்லி - Machiavelli. இராஸ்மஸ் - Erasmus. ராபலே - Rabelais. மாண்டேன் - Montaigne. பண்டையாராய்ச்சியாளர் - Antiquarians.

விஷயத்தைப் பற்றி முற்றிலும் தவறான எண்ணத்தைக் கொண்டதாகும். விஷயங்களைத் துரபிமானமின்றித் தேட வேண்டும் என்னும் ஆசையை மக்களிடையே இன்னும் அதிகமாகப் பரவச் செய்வது நம்முடைய நோக்கமானால், அதற்கு வேண்டிய நவீன உதாரணங்களை விஞ்ஞான மல்லாத் துறைகளிலிருந்து தேர்ந்தெடுப்பதே நன்று. மானிட வாழ்க்கையின் நடுவே, தங்களுடைய சொந்த விசுவாசங்களையும் பற்றுக்களையுமோ அல்லது பிறருடைய விசுவாசங்களையும் பற்றுக்களையுமோ மதிக்காமல், மனத் துணிவோடும் உண்மையோடும் புத்திசாலித்தனமாகவும் அறிவையே ஆதாரமாக உடைய முடிவுகளைக் கொள்ளக் கூடியவர்களாயும், அம்முடிவுகளுக்கு வந்த பின் அவற்றை நியாயமாகக் கூறியும் விடாமல் பற்றியும் அவைகளின்படி நடக்கக் கூடியவர்களாயும் உள்ள ஒரு சிலரின் நடத்தையை நாம் நன்கு கவனித்துப் பாராட்ட வேண்டும்.

விஷயங்களைப் பட்சபாதமில்லாமலும் திருத்தமாகவும் பகுத்தாராய்வதெல்லாம் விஞ்ஞான முறைக்கு உதாரணம் என்போமானால், விஞ்ஞான விளக்கத்தில் ஏற்கெனவே யுள்ள சிரமங்களோடு பெருங் குழப்பங்களையும் சேர்த்து விடுவோம். மானுட வாழ்க்கையைப் பட்சபாத மில்லாமல் பகுத்தாராய்பவர்களாக ஆவதற்கு ஆவல்கொண்ட இளைஞர் களுக்கு ஏற்ற கல்வி முறைகளில் எல்லாம் மிகச் சிறந்தது விஞ்ஞானக் கல்வி முறைதான் என்று கட்சி சொன்னால், அது கல்வித் துறையில் சந்தேகத்துக்கு இடமான ஒரு கற்பிதக் கொள்கையைக் கூறுவதே யாகும். உண்மையில், விஞ்ஞானி தன் தொழில் முறையில் வழக்கமாக மேற் கொள்ளும் சிந்தனை முறைகளையும் நோக்கையும் மற்ற மக்கட் காரியங்களில் செலுத்தினால் அதனால் நல்ல

கற்பிதக்கொள்கை - Hypothesis,

பயனுண்டு என்று கூறுபவர்கள் தங்களுடைய கட்சிக்கு ஆதாரங் காட்டுவது சிரமம்.

விஞ்ஞானத்தை 'விக்கிரக ஆராதனை' செய்பவர்களோடு எனக்கு அதிக மன ஒற்றுமை இல்லை என்பதை நானே ஒப்புக் கொள்ளுகிறேன். ஆயினும், இயற்கை விஞ்ஞான முறைகளைப் பற்றிப் பாமரர்களுக்கு இன்னும் அதிக அளவில் விளக்குவது விரும்பத்தக்க விஷயம் என்பதில் சந்தேகம் இல்லை. பிரச்சினைகளைப் பயன்தரும் வகையில் கையாளுவதை விளக்குவதற்கு ஏற்றவையாயும் எங்கும் காணக்கூடியவையாயும் பலகாலும் மனத்தை வியக்கச் செய்பவையாயும் உள்ள பல உதாரணங்களை விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகள் அளித்துவருகின்றன. ஆதலால் நம்முடைய பள்ளிக்கூடங்களும் கலாசாலைகளும் விஞ்ஞான முறைகள் எப்படிப் பிறந்தன என்னும் அறிவை இன்னும் அதிகமாகப் புகட்டி வரவேண்டும். இந்நாளில் பரிசோதனையாளர்கள் தங்களுடைய சோதனைகளைச் செய்யும்போது தம்மை யறியாமலே பல செயற்கைக் கட்டுப்பாடுகளுக்கு உட்பட்டு வருகிறார்கள். ஆதலால் உண்மைகளை, ஈவிரக்கமின்றியும் படபடப்பில்லாமலும், பகுத்தாராய்வது அவர்களுக்கு அநேகமாக வழக்கமான செயல் ஆகிவிடுகிறது. நாள்தோறும் அப்பேர்ப்பட்ட முறைகளின் வெற்றி நிரூபிக்கப்பட்டு வருவதால் பொதுமக்களின் அபிப்பிராயம் அவற்றால் பெரிதும் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறது. நம்முடைய சமூக வாழ்க்கையில் புத்திசாலித்தனமாக நடத்தப்படும் மற்றக் காரியங்களுக்கு இந்த நிரூபணம் வலிமை அளிக்கிறது. இதை நாம் நன்றாகப் புரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், சமூக-இயல் சம்பந்தமான செயல் முறைகளின் விளைவே இந்த நிரூபணம் என்று தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். குறைந்தது மூன்று நூற்றாண்டுகளாக

வாவது இத்தகைய செயல்முறைகளின் சரித்திரத்தை இப்போது நம்மால் காண முடிகிறது. ஆனால் பொது மக்கள் விஞ்ஞானத்தின் முறைகளைப் பற்றிச் சற்றே உணர்ந்து கொண்டால் மட்டும் போதாது; விஞ்ஞானக் காரியங்கள் என்பவை மானிடரின் துணிகர முயற்சிகள் என்பதையும் அவர்கள் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும்.

விஞ்ஞானம் ஓர் ஒழுங்குபடுத்திய சுறுசுறுப்பு

இக்காலத்துப் பௌதிக, உயிரியல் விஞ்ஞானங்கள் ஒன்றோடொன்று இறுக இணைந்துள்ள தத்துவங்களையும் கொள்கைகளையும் ஒழுங்காக வகைபாடு செய்யப்பட்ட ஏராளமான செய்திகளையும் கொண்டவை. மேலும் அவை ஓர் உயிருள்ள ஏற்பாட்டின் விளைவுப் பொருள்கள். அவற்றின் கோட்பாடுகளையும் விதிகளையும் எடுகோள்களை யும் புத்தகாலயங்களிலும் உலர்தாவரப் பண்ணைகளிலும் காட்சிச் சாலைகளிலுமே காணலாம். இவை பயனுள்ள வண்டல்கள், பண்டைக்காலப் படிவுகள். ஆயினும், வாஸ்த வத்தில் உயிரற்ற பொருள்கள். 'விஞ்ஞானம்' என்னும் சொல் குறிப்பதாக நாம் கொள்ளும் செயல்-தொகுதி சோதனைச்சாலை ஆராய்ச்சியாளர்கள் இனி கண்டறியக் கூடியவையாக உள்ள விஷயங்களின் மொத்தமே யாகும். வாரா வாரமும் வருஷா வருஷமும் கைகூடிவரும் அவர் களின் திட்டங்கள், நம்பிக்கைகள், ஆசைகள் என்பவையே நவீன விஞ்ஞானத்தின் சாரம் என்று சொல்லலாம். 'முழுமை என்பது வேறு; பகுதிகளின் மொத்தம் என்பது முற்றிலும் வேறு' என்று காட்டுவதற்கு ஏதாவதொரு தெளிவான உதாரணம் உண்டானால், அதுதான் இது.

கோட்பாடு - Theory. விதி - Law. எடுகோள்கள் - Data. உலர்தாவரப் பண்ணை - Herbarium.

ஏனென்றால், தங்களுடைய சோதனைச்சாலைகளுக்கு நாளை செல்ல இருக்கின்ற ஆயிரக்கணக்கான பரிசோதனை விஞ்ஞானிகள் ஒருவரோடொருவர் விரைவாகவும் எளிதாகவும் கலந்து பேச முடியாமற் போகுமானால், நவீன விஞ்ஞானம் இல்லை என்றே ஆகிவிடும்.

பாமரர் பொதுவாக நினைப்பதைக் காட்டிலும் இது மிகவும் சிக்கலானது; மிகமிக முக்கியமானதும் கூட. வாஸ்தவத்தில், ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட சமூகச் சூழ்நிலையே விஞ்ஞானத்தின் பண்பு என்பதை உணராமல் இருப்பதே பற்பல அறிவீனமான பேச்சுக்களுக்கும் காரியப் பிழைகளுக்கும் மூலகாரணமாக இருக்கிறது. தம்மைத் தாமே ஏமாற்றிக் கொள்ளும் போலி நிபுணர்களும் நிஜப் புரட்டர்களும் சொல்வதில் எவ்வளவு நம்பிக்கை இருந்து வருகிறது என்பதையும், பாட்டி-கதைகளை விஞ்ஞான விவரணங்கள் என்று எப்படி ஒப்புக்கொள்ளுகிறார்கள் என்பதையும் காணும்போது நமக்கு மிகவும் ஆச்சரியமாக இருக்கிறது. விஞ்ஞானமும் இந்திர-ஜாலமும் சமம் என்ற மனநிலை கிட்டத்தட்ட எங்குமே காணப்படுகிறது. ஒரு ஸ்வரத்தைச் சீழ்க்கையிட்டு, ஒரு-மைலுக்கப்பால் உள்ள ஒரு மோட்டார்கார் எஞ்ஜினை நிறுத்தும் சக்தியுள்ள ஒருவனைத் தனக்கு நேரில் தெரியும் என்று ஒருவன் நிஜமாகவே நம்பிச் சொல்கிறான். குப்பையிலிருந்து நிஜமான இயற்கை ரப்பரை, நேராக ஒரே படியில், இயற்றும் வழியை விஞ்ஞானப் பயிற்சியே இல்லாத ஒரு பாமரன் கண்டுபிடித்துவிட்டான் என்று மற்றொருவன் நம்புகிறான். வைத்தியத் துறையில் இன்னும் படையெடுத்து வந்து கொண்டேயிருக்கும் பொய்யும் விஞ்ஞானப் போலியுமான 'சஞ்சீவிகள்', 'ஔஷதங்கள்' முதலியவற்றின் மிகப் பெருஞ் சேனையைப் பற்றிச் சொல்லவேண்டியதே இல்லை

பௌதிக, இரசாயன, அல்லது உயிரியல் துறைகளில் காணப்படுவதாகச் சொல்லப்படும் தத்துவங்களைப் பற்றிய அசட்டுத்தனமான விவரணம் ஒன்றில் உள்ள பிழையை இவன் தெரிந்துகொள்ளவில்லை என்று ஒருவனையும் குறை கூறலாகாது. இந்தப் பாடங்களைக் கற்பிப்பதிலோ, அல்லது இந்தத் துறைகளில் பாடப் புத்தகங்களை எழுதுவதிலோ பல வருஷ காலமாக ஈடுபட்டிருக்கும் எல்லோருக்கும் இந்த அநுபவம் உண்டு; அதாவது, விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தின் முன்னிலையில் இருந்து வரவேண்டுமானால், தாங்கள் முன்னால் கூறியுள்ள மூலாதாரமான விவரணங்களில் சிலவற்றை அடியோடு மாற்றியாகவேண்டும் ஆயினும், ஒரு விஞ்ஞானத்தில் புதிதாக நிகழ்ந்திருப்பதாகச் சொல்லப்படும் முன்னேற்றத்தின் ஒரு புதிய படியைப்பற்றிய ஒரு வதந்தி காதில் விழுந்தால் அப்போது அதை நம்பக்கூடாது என்ற உணர்ச்சியே எந்த விஞ்ஞானியின் மனத்திலும் முதலில் உண்டாகும். அந்தப் புதிய படி தவறானதாக இருக்கலாம்—தனக்கு அனுபவமுள்ள துறையிலே அப்படிப் பல தடவை நிகழ்ந்திருப்பதை அவன் உடனே நினைத்துப் பார்க்கிறான். ஆனபோதிலும், அது ஒரு பெரிய புரட்சிகரமான படியை அமைக்கப்போவதாக இருந்தாலன்றி, சிறிது காலத்தில் அந்த விஷயத்தில் ஒரு முடிவு ஏற்பட்டுவிடும் என்பது அவனுக்கு நிச்சயம். ஏனென்றால், அந்தப் புதிய கருத்தோ அல்லது பரிசோதனைத் தெரிவோ வெளியானவுடன், உலகெங்குமுள்ள பல விஞ்ஞானிகளுக்கும் அதைப் பற்றிய விவரங்கள் கிடைத்துவிடும். அதிக நாளாகு முன், அந்த விஷயம் உண்மையாகவே முக்கியமானதாக இருந்தால், அவ் விஷயத்தைப் பற்றிய அறிக்கையை எத்தனையோ பேர் நுணுகிச் சோதிப்பார்கள். புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்

பட்டதாகச் சொல்லப்படும் எந்த விஷயமும், திடுக்கிடச் செய்வதாகவோ அல்லது கவனத்தைக் கவர்வதாகவோ இருந்தால், ஒரு நாளும் கவனிக்கப்படாமல் போய்விடாது.

கணக்கிட்டுக் கண்டுபிடித்த சிலவற்றை மீண்டும் கணக்கிட்டுப் பார்ப்பதோ, அல்லது பரிசோதனைத் தெரிவுகளைச் சரிபார்ப்பதோ மட்டும் அதில் எழக்கூடிய விஷயங்கள் அல்ல. அதே ஆராய்ச்சித் துறையிலோ அல்லது அதன் துணைத் துறைகளிலோ வேலை செய்வோருக்கு அதில் உள்ளுறைந்து கிடக்கும் நூற்றுக்கணக்கான விஷயங்கள் தென்படும்; அவர்கள் அவற்றைத் தொடர்ந்து மேன் மேலும் கவனிப்பார்கள். எதிர்பார்த்த பயனை அவை கொடுக்கத் தவறினால், 'இதுவும் ஒரு பகற்கனவு' என்று விஞ்ஞான உலகம் அந்த விவரணத்தை ஒதுக்கிவிடும். கடைசியாக, மதிப்பிழந்த கட்டுரையை வெளியிட்ட ஆசிரியர் தம் பிழையைத் தாமே உணர்ந்து, ஒரு திருத்தத்தை வெளியிடுவார்; அல்லது அந்த விஷயத்தைப் பேசாமல் கைவிட்டுவிடுவார். பௌதிக, இரசாயன, ஜீவ-இரசாயனத் துறைகளில் சென்ற நூறு வருஷங்களில் அச்சேறி வெளிவந்திருக்கும் தவறான பரிசோதனைத் தெரிவுகளைப் பற்றி ஒரு பெரிய புத்தகமே எழுதிவிடலாம். அக்காலத்தில் குறித்துவைத்த முற்றுப்பெறுக் கருத்துக்களையும், தம்மைத் தாமே மறுக்கும் கோட்பாடுகள் பொதுக்கூற்றுக்கள் முதலியவற்றையும் குறித்துவைப்பதற்கு இன்னும் ஒரு புத்தகம் முழுதும் வேண்டியிருக்கும்.

பரிசோதனை விஞ்ஞானங்களின் சமீபகாலச் சரித்திரத்தை (1850 முதல் என்று கொள்வோமே) மேல்வாரியாகப் படித்தாலும் இது தெரியும்: ஒருவரோடொருவர் நெருங்கிய செய்திப் போக்குவரவு உள்ளவர்களான தனி-மக்கள் சிலரின் கூட்டமைப்பு இருப்பதால், புதுக் கருத்

துக்கள் விரைவாகப் பரவுகின்றன; புதியவையாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட விஷயங்கள் மேன்மேலும் புதிது புதிதான விஷயங்களைக் கண்டுபிடிக்க உதவுகின்றன; தவறான கவனக்குறிப்புகளும் தர்க்க விரோதமான அபிப்பிராயங் களும், மொத்தத்தில் விரைவிலேயே, திருத்தம் அடை கின்றன. விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிப் பலர் பேசிவந்த போதிலும், அதில் நேரில் அநுபவம் இல்லாதவர்களால் இப்படிப்பட்ட கூட்டமைப்பு இருப்பதன் முக்கியத்துவம் இன்னது என்று பலகாலும் உணர முடிவதேயில்லை. உண்மையில், தமக்குக் கிடைக்கும் செய்திகளை விஞ்ஞானி கள் எப்படி ஒருங்கு சேர்க்கிறார்கள் என்பதையும், அப் படிச் செய்வதால் கருத்துலகத்தில் அயல்-கருவுறுதல் என்னும் செயலை எப்படித் தொடங்கி வைக்கிறார்கள் என்பதையும் சீராக உணராத காரணத்தால், நம் ஐக்கிய நாடுகளிலும் கூட அரசியல்வாதிகள் சில விசித்திரமான பிரேரணைகளை வெளியிட நேர்ந்திருக்கிறது. விஞ்ஞானம் ஒழுங்குபடுத்திய சமூகச் சுறுசுறுப்பாக இல்லாதபடி அதை அடியோடு மாற்றச் சோவியத் யூனியனிலே ஒரு தீவிர முயற்சி நடப்பதுபோலத் தெரிகிறது.

விஞ்ஞானமும் ஒரு தொழில் என்று ஏற்பட்டது சமீப காலத்துக்கு முன்பே நிகழ்ந்த ஒரு புத்தமைப்பு என்பது நினைவிருக்கவேண்டும். பௌதிகம், இரசாயனம் இவற்றின் முற்கால வளர்ச்சியில் சில மிக முக்கியமான முன்னேற்றங்கள் அமெச்சூர்களால் உண்டானவை. வாஸ்த வத்தில், பின்வரும் அத்தியாயங்களில் விஞ்ஞான முறை

அயல் கருவுறுதல் - Cross-fertilisation. உதாரணம், கேசரமும் சூலக மும் உடைய பூக்களில் ஒரு பூவின் கேசரம் மற்றொன்றின் சூலகத்தைக் கருவுறச் செய்தல். அமெச்சூர் - Amateur. தொழிலாக அன்றிப் பொழுது போக்காக ஒரு துறையில் ஈடுபடுபவன்.

களைச் சித்திரித்து விளக்கும் பொருட்டுக் காட்டப்படும் உதாரணங்களைப் பார்த்தால், விஞ்ஞானத்தை ஆராய்வதாலோ அல்லது அதைக் கற்பிப்பதாலோ தங்கள் வாழ்க்கைக்குரிய வருவாயைச் சம்பாதித்து வந்தவர்களில் மிகச் சிலரே அங்கே காணப்படுவார்கள். நவீன விஞ்ஞானம் பதினைந்தாம் நூற்றாண்டில் இத்தாலியப் பல்கலைக்கழகங்களில் தொடங்கிற்று என்றும், பதினேழாம் நூற்றாண்டின் சுமார் நடுப் பகுதிவரை அது செழித்து வந்தது என்றும், அதன் பின்பு அந்தச் சுறுசுறுப்பின் குவிநிலை பாரிஸிலும் லண்டனிலும் காணப்படுகிறது என்றும் சுமாராகப் பொதுப் படக் கூறலாம். இந்தத் துறையில் பல்கலைக் கழகங்கள் செய்துவந்த செயல் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் வரையிலும் மீண்டும் முக்கியத்துவம் பெறவில்லை. பதினேழாம் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுகள் தான் அறிவுச்சங்கங்களின் காலம்—முக்கியமாக, லண்டன் நகர அரசாங்க சங்கத்தின் காலமும், பாரிஸ் நகர விஞ்ஞான அக்காடமியின் காலமும் அதுவே.

அரசாங்க சங்கம், பிரான்ஸ் நாட்டு விஞ்ஞான அக்காடமி இவற்றின் விசேஷம் என்னவென்றால், முறைமையாக அமைந்த இந்த ஸ்தாபனங்கள் முறைமையில்லாமலிருந்தபோதிலும் ஒன்றோடொன்று மிகவும் சிக்கலாக இணைக்கப்பட்ட நவீன விஞ்ஞானக் கூட்டமைப்புக்களின் உற்பத்தி ஸ்தானங்களாக இருப்பதே யாகும். மீட்சிக்குப் பிறகு இரண்டாம் சார்ல்ஸ் மன்னனால் அரசாங்க சங்கம் சாஸனம் அளிக்கப்பெற்றது; ஆனால், கிராம்வெல்லின்

குவிநிலை - Focus. லண்டன் நகர அரசாங்க சங்கம் - The Royal Society of London. பாரிஸ் நகர விஞ்ஞான அக்காடமி - The Academie des Sciences of Paris. முறையாக - Formal. ஸ்தாபனம் - Institution. மீட்சி - Restoration. (இங்கிலாந்தில் மன்னர் - ஆட்சி மீண்டும் நிலை பெற்ற காலம் இரண்டாவது சார்லஸ் - Charles II. கிராம்வெல் - Cromwell.

காலத்தில் (1650 - 60) அரசியல் கட்சிகளால் விளைந்த விபத்துக்களால் ஆக்ஸ்பர்டில் தங்கிவிட நேர்ந்த அமெச்சூர் விஞ்ஞானிகளின் தொகுதி ஒன்றின் உற்சாகத்தால் உற்பத்தியானது. கோல்பெர்டின் ஆலோசனைப்படி பதினுலாவது லூயி அரசன் 1666ல் பிரான்ஸ் நாட்டு அக்காடமியைச் சிருஷ்டித்தார், பிரான்சிஸ் பேக்கன் என்பவர்தாம் இரண்டுக்குமே 'அறிவுத் தந்தை' என்று பொதுவில் சொல்லுகிருர்கள். அவர் 'புதிய பரிசோதனைத் தத்துவத்தை' ஊக்கத்தோடு ஆதரித்தவர்; ஆயினும் அவர் அதை அரைகுறையாகவே அறிந்துகொண்டிருந்தார்; அதை ஒருநாளும் அவர் கையாண்டதும் இல்லை. அவர் இறந்த சில காலத்துக்கெல்லாம் 'புதிய அட்லாண்டிஸ்' என்னும் அவர் எழுதிய முற்றுப்பெருக் கட்டுக்கதை வெளியாயிற்று. தத்துவஞானிகளும் ஆராய்ச்சியாளர்களும் அடங்கிய ஸலோமென் சபை என்னும் சங்கம் ஒன்றை அவர் அதில் வர்ணித்திருக்கிருர். அக்கடமியா டையை லின்ஸியை என்னும் ஒரு சபை ரோம் நகரத்தில் 1600-ல் நிஜமாகவே ஸ்தாபிக்கப்பட்டிருந்தது. பேக்கன் சித்திரித்துக் காட்டிய ஸ்தாபனத்தின் முன்மாதிரிகை அதுதான் என்று சொல்லப்படுகிறது. கலிலீயோ அந்த அக்காடமியின் அங்கத்தினர். 'இதுவரை அதிகம் பயிலப் படாதிருக்கும் ஆராய்ச்சி விஷயங்களில் சுறுசுறுப்பாகவும் சிரத்தையோடும் கவனிக்க முயன்றுவரும்...கூட்டம்' என்பதாக அது 1612லேயே வர்ணிக்கப்பட்டிருந்தது. அதற்கு ஒரு தலைமுறைக்குப் பின், பிளாரன்ஸ் நகரில் கலிலீயோவின் சிஷ்யர்களாயிருந்த

கோல்பெர்ட் - Colbert. பதினுலாவது லூயி - Louis XIV. பிரான்சிஸ் பேக்கன் - Francis Bacon. புதிய அட்லாண்டிஸ் - *New Atlantis*. ஸலோமன் சபை - House of Salomon. அக்கடமியா டையை லின்ஸியை - Accaaemia dei Lincei. பிளாரன்ஸ் - Florence.

மகாப்பிரபு இரண்டாவது பெர்டினண்டு, லியோபால்டு என்னும் மெடிச்சி சகோதரர்கள் இருவரின் ஆதரவில் அந்தச் சங்கம் பத்து வருஷ காலம் சிறப்பாக நடந்தது. இந்தப் பரிசோதனை அக்காடமியைப் பதினெட்டாம் நூற்றுண்டின் அறிவுச் சங்கத்தின் வழிகாட்டி என்று சொல்வதைக் காட்டிலும் இருபதாம் நூற்றுண்டின் ஆராய்ச்சி ஸ்தாபனத்தின் வழிகாட்டி என்று கூறுவதே நன்கு பொருந்தும். ஏனென்றால், அதன் அங்கத்தினர்கள் கூட்டுறவுப் பரிசோதனைகளில் ஈடுபட்டிருந்தார்கள்; இதைப் பற்றி மற்ருேர் அத்தியாயத்தில் இன்னும் சற்றே விவரமாகச் சொல்லவேண்டி யிருக்கும்.

இந்த இரண்டு இத்தாலிய விஞ்ஞானச் சங்கங்களும் மறுமலர்ச்சிப் பண்பாட்டுக்கு நடுநிலைகளாக இருந்த இடங்களில் செழித்து வளர்ந்துவந்த இலக்கியக் கழகங்களின் மரபில் வந்தவை. அரசாங்கச் சங்கம், பிரான்ஸ் நாட்டு அக்காடமி என்பவைகளின் சரித்திரத்தைப் பார்த்தால், இரண்டு குறிக்கோள்களுக்கு இடையே அமைந்த ஓர் ஈரடியான நிலையை அவை உடையவை போலத் தோன்றுகிறது. ஒருபுறம், அவற்றின் அங்கத்தினர்கள் தீவிரமாக ஒத்துழைக்கும் பரிசோதனைக் குழு ஒன்றை அமைக்க உத்தேசித்தார்கள்; மறுபுறம், தனித்தனியாகச் செய்து அறிவிக்கப்பட்ட பரிசோதனைத் தெரிவுகளையும், விசித்திரமான விஷயங்களையும் புதிய கருத்துக்களையும் அறிவிக்கவும் விவாதிக்கவும் மட்டும் இடமளிக்கும் கூடுமிடம் ஒன்றை அமைக்க உத்தேசித்தார்கள். அரசாங்கச் சங்கம் அரசரின் ஆசிர்வாதத்தைத் தவிர எக்காலத்திலும் வேறெந்த வித

அக்கடிமியா டெல் சிமென்டோ - Accademia del Cimento. மகாப்பிரபு இரண்டாவது பெர்டினண்டு - Grand Duke Ferdinand II. லியோபால்டு - Leopald. மெடிச்சி சகோதரர்கள்-Medici brothers. ஈரடிநிலை-Ambiguity.

மர்ன ஆதரவையும் அரசாங்கத்திலிருந்து பெறுதிருந்தது; ஆதலால் விவாத அரங்காக இருப்பதன்றி வேறெதையும் செய்வதற்கு அதனுல் தீவிரமாக முயல முடியவில்லை. ஆனல், இதற்கு எதிரிடையாக, பிரான்ஸ் நாட்டு அரசாங்கம் அக்காடமியின் சிற்சில அங்கத்தினர்களுக்கு நன்கொடைகளை வழங்கிற்று; மேலும் சுமார் ஒரு நூற்றுண்டு காலமாக இடையிடையே, வள்ளன்மை வாய்ந்த அரசன் ஓவியர்களையும் புலவர்களையும் ஆதரிப்பது போல், அந்த அரசாங்கம் விஞ்ஞானிகளை ஆதரித்து வந்தது.

இந்தச் சங்கங்களால் ஏற்படுத்தப்பட்டுப் பண உதவி பெற்ற சிற்சில யாத்திரைகளும் விஞ்ஞான சரித்திரத்தில் விசேஷமாகப் பாராட்டத் தகுந்தவை. ஆனல், இந்த விஞ்ஞானச் சங்கங்களின் மிகவும் முக்கியமான செயல் என்னவென்ருல், அவற்றில் ஒவ்வொன்றும் தம்முடைய அங்கத்தினரும் பிறரும் தம் தம் கருத்துக்களையும் பரிசோதனை முடிவுகளையும் வெளியிடக்கூடிய ஒரு பத்திரிகையை ஒழுங்காகப் பிரசுரித்துவர ஏற்றுக் கொண்டதே யாகும். 1665 முதல் பிரசுரிக்கப்படத் தொடங்கிய அரசாங்கச் சங்கத்தின் விவகாரங்களைப் பற்றி ஹக்ஸ்லி ஒருமுறை சொன்னதாவது: 'தத்துவஞான விவகாரங்களைத்' தவிர உலகத்திலுள்ள மற்றப் புத்தகங்கள் எல்லாம் அழிந்துபோய்விட்டாலும், பௌதிக விஞ்ஞானத்தின் அஸ்திவாரங்கள் அசைவுருமல் நிலைத்து நிற்கும் என்றும், சென்ற இரண்டு நூற்றுண்டுகளாக அறிவுத் துறையில் நிகழ்ந்த பிரும்மாண்டமான முன்னேற்றம், முழுதுமே இல்லாவிட்டாலும், பெரும் பகுதியிலாவது பதிவு செய்யப்பட்டிருக்கும் என்றும் பயமில்லாமல்

விவகாரங்கள் - Transactions. ஹக்ஸ்லி - Huxley. தத்துவஞான விவகாரங்கள் - Philosophical Transactions. (அரசாங்கச் சங்க வெளியீடு).

சொல்லலாம்.' (கனி நூல், அங்கக-இரசாயனம் போன்று, வர்ணனைகள் அதிகமாக உள்ள விஞ்ஞானங்களைப் பற்றி இக்காலத்தில் அக்கறை கொண்டவர்கள் பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் அவர் கூறிய இந்தக் குறிப்பை ஒப்புக் கொள்வார்களா என்பது சந்தேகம்.)

விஞ்ஞானச் சங்கங்கள் நிறுவப்படுவதற்கு முன்னும், புதுமுறைச் செயல்களின் முடிவுகளை வெளியிடுவதன் பொருட்டு ஒழுங்கான மும்மாத அல்லது மாதப் பத்திரிகைகள் ஸ்தாபிக்கப்படுவதற்கு முன்னும், விஞ்ஞானத் துறையில் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட செய்திகள் எல்லாம் கடித மூலமாகவே பரவி வந்தன. பின்பு இடையிடையே, ஏதாவதொரு விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியாளர் தம்முடைய கருத்துக்களைக் கூறியும் தம்முடைய பரிசோதனைகளை விவரித்தும் ஒரு சிறிய நூலை வெளியிடுவார். விஞ்ஞானத் தெரிவுகளை அறிவிப்பதற்குப் பத்திரிகையில் கடிதங்களை எழுதுவதற்குப் பதிலாகத் தனிப்பட்ட நூல்களை எழுதும் வழக்கமும் பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் நெடுங்காலம் வரை நடைபெற்று வந்தது. ஆயினும் நாளடைவில் விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகள் மேன்மேலும் முக்கியத்துவம் பெற்று வந்தன. வேறு இடங்களில் பிரசுரிக்கப்பட்ட முடிவுகளை ஒன்றுகத் திரட்டிக் கூறவோ அல்லது விரித்து உரைக்கவோ மட்டுமே இப்போது புத்தகங்கள் பயன்படுத்தப்படுகின்றன. ஆகவே, இக்காலத்தில் அறிவின் எல்லை-விளிம்புகளிலே பாடுபட்டு முயன்று வருவோரின் இடையே என்ன என்ன நிகழ்ந்து வருகிறது என்பதைப் பற்றிய செய்திகள் வெளிவருவதற்கு மூலங்களாக இருப்பவை விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகளேயன்றி விஞ்ஞானப் புத்தகங்கள் அல்ல.

கனி நூல் - Mineralogy. அங்கக இரசாயனம் - Organic Chemistry.

வருஷந்தோறும் பல்லாயிரக்கணக்கான பக்கங்களை நிரப்பும் கட்டுரைகள் அறிக்கைகள் முதலியவை திரண்டு குவிகின்றனவே, அவற்றின் ஊடாக எப்படி ஒருவரால் வழிகாண இயலும் என்று இதில் பழக்கமில்லாதவர்களுக்குத் தோன்றும். ஆனால், வாஸ்தவத்தில், இந்தக் காரியம் நேரம் பிடிப்பதாயினும், 'நிகழ்கால வெளியீடுகள்' என்று விஞ்ஞானிகள் குறிப்பிடுபவைகளை வழக்கமாகக் கவனித்து வரும் ஆராய்ச்சியாளர்களால் எளிதில் செய்ய இயலுவது. முதலாவதாக, இருபதாம் நூற்றாண்டு தொடங்கிய காலத்திலேயே விஞ்ஞானத்தில் பல பிரிவுகளும் உட்பிரிவுகளும் ஏற்பட்டுவிட்டன என்பது நமக்கு நன்றாக நினைவிருக்க வேண்டும். விஞ்ஞானச் சங்கங்களின் பத்திரிகைகள் பல திறப்பட்ட விஷயங்களைப் பற்றிய செய்திகளையும் முற்காலத்தில் வெளியிட்டு வந்தன; ஆனால், பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் முதற் பகுதியிலேயே தனித் தனித் துறைகளுக்கென்று பத்திரிகைகள் கிளம்பிவிட்டன. ஆகையால், இந்த நாளில் ஒரு குறிப்பிட்ட ஆராய்ச்சித் துறையில் நிகழ்ந்துவரும் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தின் முன்னணியில் ஒருவர் இருந்துவர விரும்பினால், ஒவ்வொரு மாதமும் வெளிவரும் புலமைக் கட்டுரைகளில் ஒரு சிறிய பகுதியை மட்டுமே அவர் படித்தால் போதும். இரண்டாவதாக, அட்டவணைப்படுத்துவதற்கும், விஷயத்தைச் சுருக்கி வெளியிடுவதற்கும் எத்தனையோ விதமான நுட்பமான ஏற்பாடுகள் செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. கிடைத்துள்ள முடிவுகளை ஏற்ற தலைப்புக்களின் அடியில் சுருக்கிக் கூறும் மிகவும் பெரிய கலைக்களஞ்சியங்களும் சிற்சில விஞ்ஞானத் துறைகளில் பிரசுரிக்கப்படுகின்றன. தாமும் ஓர் ஆராய்ச்சியாளராக ஆகவேண்டும் என்னும் நல்லூக்கம்

நிகழ்கால வெளியீடுகள்-Current literature.

கொண்ட மாணவர்கள் இவ்வகையான வெளியீடுகளைப் பயன்படுத்துவது எப்படி என்று விரைவில் கற்றுக்கொள் கிறார்கள். மூன்றாவதாக, ஆராயும் விஷயத்தைப் பற்றி முன் வந்துள்ள வெளியீடுகளைக் குறிப்பிடும் நல்ல வழக்க மும் இப்பொழுது ஏற்பட்டுவிட்டது. கடைசியாக, பத்திரி காசிரியர்கள் எச்சரிக்கையாக இருப்பதால், பொருத்த மில்லா எடுகோள்களும் சீராகக் குறிப்பெழுதப்படா அறிக் கைகளும் வெளிவராமல் தடுக்கப்படுகின்றன. இந்தக் காரியத்தில் சிறிது ஆபத்து உண்டு. சிலரின் புதுமுறை மனப்பான்மை அசாதாரணமான வடிவங்களைக் கொள்ளக் கூடும்; பழமைப் பற்றுடைய ஆசிரியர்-குழு தங்களுக்கு அப்பேர்ப்பட்டவர்களிடமிருந்து கிடைத்துவரும் புதிய கட்டுரைகள் தவறானவை என்றோ, அல்லது விசித்திரக் கற்பனைகள் என்றோ மயங்கலாம்; அவற்றைப் பிரசுரிக்கவும் மறுக்கலாம். சரித்திரத்தில் இதற்கு எத்தனையோ உதாரணங்களை நாம் காட்ட முடியும். அப்படியிருந்த போதிலும், இக்காலத்தில் எத்தனையோ வகையான பத்திரி கைகள் இருப்பதால், அப்பேர்ப்பட்ட செய்தி வெளிவருவ தற்குச் சிறிது தாமதம் ஒருகால் ஏற்படலாம்; அவ்வளவு தான். இன்றைய பத்திரிகை ஆசிரியர்கள் தாங்கள் வெளி யிடும் விஷயங்களைப் பரிசீலனை செய்வதில் கடுமையாக முடிவுகொள்கிறார்கள் என்று சொல்வதைவிட, ஒதுக்க வேண்டிய விஷயங்களை அதிகமாக வெளிவர விடுகிறார்கள் என்பதே விஷயம் தெரிந்தவர்கள் சொல்லக்கூடிய குறை.

தூய விஞ்ஞானத்துக்கும் பயன்தரு விஞ்ஞானத் துக்கும் ஒன்றுக்கொன்றுள்ள உறவைப் பற்றிக் கடைசி அத்தியாயத்தில் மீள்பார்வையிடப் போகிறோம். வாழ்க்

புதுமுறை மனப்பான்மை - Originality. தூய விஞ்ஞானம் - Pure Science. பயன்தரு விஞ்ஞானம் - Applied Science.

கையில் பயன்படும் புத்தமைப்புக்களையும் புதிதாகக் கண்டு பிடிக்கப்படும் விஷயங்களையும் பதிவுசெய்து வருவதைப் பற்றிய விஷ முழுவதையும் அதுவரை நிறுத்திவைப்போம். அப்போது பேடண்டுகளையும் அவற்றைப் பற்றிய வெளியீடுகளையும் பற்றிச் சிறிது சொல்வது பொருத்தமாக இருக்கும். இங்கே நான் வற்புறுத்திச் சொல்ல விரும்புவது என்னவென்றால், புதிதாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட முக்கியமான விஷயங்கள் எவையும் கவனிக்கப்படாமல் இருக்கும் என்ற ஆபத்து ஏற்பட்டுவிடாது; ஏனென்றால், விஞ்ஞானச் செய்திகளை நம்பிக்கையான முறையில் பரப்பி வருவதற்குரிய ஏற்பாடுகள் இக்காலத்தில் மிக நன்றாகப் பரிணமித்துவிட்டன. விஞ்ஞானம் இந்திரஜாலமாக இருந்தால், ஏதாவதொரு ரகசியமான செய்முறை யாரோ ஒருவருக்கு மட்டுமே தெரிந்திருக்கலாம்; தமக்குத் தெரிந்த அந்த முறையைப் பற்றிய செய்தி எதையும் வெளியிடாமல், அது நிகழ்த்தும் அற்புதங்களை மட்டுமே அவர் உலகுக்குக் காட்டிவரலாம். பதினெட்டாம் நூற்றாண்டிலும் கூட—அப்போதுதான் இரசவாதத்தின் நிழலைவிட்டு இரசாயனம் வெளிப்பட முயன்றுகொண்டிருந்த காலம்—சில புதிய பரிசோதனை முறைகள் சில காலம்வரையில் ரகசியமாக வைக்கப்பட்டு வந்ததைக் காணலாம். ஆனால் தொழில் துறையில் விஞ்ஞானத்தைப் பயன்படுத்தும் காரியத்தைத் தவிர மற்றவைகளிலெல்லாம் இப்படிப்பட்ட காலம் நீங்கி நெடு நாளாகிவிட்டது. அதாவது, இப்படிப்பட்ட காலம் நீங்கிவிட்டது என்றுதான் 1940க்கு முன் வரை நாமெல்லாம் நினைத்துக் கொண்டிருந்தோம். பௌதிகத் துறையில் அணுவைப் பற்றிப் புதிதாகத் தெரிய வந்த சில நூதன விஷயங்களுக்கும் படைக்கலங்களை அமைப்

பேடண்டு - Patent.

பதற்கும் இடையே ஒரு நெருங்கிய தொடர்பு ஏற்பட்டு விட்டது; அதனால் விஞ்ஞானத்தின் தெரிவுகள் விரைவாகவும் தடையின்றியும் மேன்மேலும் வெளிவருகின்றன என்று கூறவேண்டிய கதையில் மனத்துக்கு மிகச் சங்கடமான ஒரு தடையை இட வேண்டியிருக்கிறது. மேலும், விஞ்ஞான விஷய வெளியீடுகளைப் பற்றி முன்னே கூறிய விவரணம் இப்போது, 1950ஐ அடுத்துள்ள ஆண்டுகளில், இவ்வுலகின் சுதந்திர நாடுகளில் உழைத்து வருவோர்க்கு மட்டுமே பொருந்தும் என்னும் ஒரு நிபந்தனையையும் சேர்க்க வேண்டியிருக்கிறது. இதற்கு இரும்புத் திரையின் மறுபுறத்தில் உள்ள கம்யூனிஸ்ட் கட்சியின் அரசியல் முறையே காரணம்.

இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுப் பகுதியில் காணும் இந்த இரண்டு விபரீதங்களையும் பற்றிய சர்ச்சையைப் பின்னர் மீண்டும் பார்ப்போம். பல நூற்றாண்டுகளாக விஞ்ஞானியின் பதவி மாறி வந்திருப்பதைப் பின்போர் அத்தியாயத்தில் கவனிப்போம். விஞ்ஞானமும் அரசியலும் என்பது நிகழ்காலத்தில் பலருக்கும் கவர்ச்சியுள்ள விஷயம். விஞ்ஞானத்துக்கும் சமூகத்துக்கும் உள்ள தொடர்பு பொதுநலத்தில் கருத்துள்ளவர்களின் மனத்துக்கு உகந்த விஷயம். இவ் விஷயத்தை 1930ஐ அடுத்த சில ஆண்டுகளில் சர்ச்சை செய்தவர்களில் ஒருவராவது, ஒருபுறத்தில் அணுக்குண்டின் வளர்ச்சியாலும் மறுபுறத்தில் கிரெம்லினில் சர்வாதிகாரம் இறுகி அமைந்ததாலும், இப்போது விஞ்ஞானிகளுக்கும் சமூகத்துக்கும் எதிரே நிற்கும் கஷ்டமான பிரச்சினைகளை எதிர்பார்த்திருக்கவே

தெரிவுகள் - Findings. இரும்புத் திரை - Iron Curtain. கம்யூனிஸ்ட் - Communist. அணுக்குண்டு - Atom bomb. கிரெம்லின் - Kremlin. சர்வாதிகாரம் - Dictatorship.

முடியாது. ஆனால், இப்பேர்ப்பட்ட வினாக்களைப் பயன் பெறச் சர்ச்சை செய்ய வேண்டுமானால், ஓரளவு விஞ்ஞான விளக்கம் பின்னணியில் இருந்தாக வேண்டும். ஆகவே, விஞ்ஞான முறைகளை ஆராயத் தொடங்குவோம்; முதன் முதலாக 'விஞ்ஞானம் என்றால் என்ன ?' என்னும் கேள்விக்கு விடையளிக்க முயலுவோம்.

விஞ்ஞான விளக்கம்-Understanding Science.

விஞ்ஞானம் என்றால் என்ன?

விஞ்ஞானம் என்றால் என்ன என்பதைப் பற்றிய மேற்கோள்களை எடுத்துக் கூறுவதாயிருந்தால் எத்தனையோ பக்கங்களை எளிதில் நிரப்பி விடலாம். ஆனால், சாதாரண மனிதன் விஞ்ஞானம் என்றால் என்ன என்று நினைக்கிறான் என்பது நமக்கு நன்றாகத் தெரியும். சோதனைச்சாலைகளில் வேலை செய்கிறவர்களாயும், நவீனக் கைத்தொழிலுக்கும் வைத்தியத்துக்கும் காரணமான புதிய விஷயங்களைக் கண்டுபிடித்தவர்களாயும் உள்ள மக்கள் செய்யும் காரியங்களையே அவன் மனத்தில் எண்ணுகிறான். சிலர் மறைமுகமாகவோ நேர்முகமாகவோ விஞ்ஞானத்தைக் குறை கூறுகிறார்கள்; விஞ்ஞானத்தைப் போரில் பயன் படுத்துவதை, முக்கியமாக அதில் அணுவின் சக்தியை உபயோகிப்பதை, அவர்கள் தங்களுடைய எண்ணங்களின் முன்னணியில் கொண்டிருக்கலாம். வேறு சிலர் தங்களுடைய சொந்தக் கருத்தைப் பிறர் மதிக்கும் பொருட்டு, அது 'விஞ்ஞானப் பண்புள்ளது' என்று சுட்டுகிறார்கள்; விஞ்ஞானத்தைப் பல துறைகளில், முக்கியமாக வைத்தியத் துறையில், பயன்படுத்தியதால் விளைந்துள்ள சிறந்த நன்மைகளைப் பலரும் அறிந்திருக்கும் காரணத்தால்தான் தங்கள் கருத்துக்கு அவர்கள் இவ்வாதரவு பெற முயலுகிறார்கள். சுருங்கச் சொன்னால், விஞ்ஞானம் என்பது—பெயர்ச் சொல் வடிவிலோ உரிச்சொல் வடிவிலோ—ஒரு வழக்குக்கு முட்டுக் கொடுத்து, அதைத் தாங்க உபயோகப்படுவதை நாம் பல தடவைகளில் காண்கிறோம். அப்படி உபயோகப் படும்போது அதை வழங்குபவனுடைய மன நிலைக்கு

ஏற்ப அந்தச் சொல்லின் அனுஸ்வரங்கள் மாறுபடுகின்றன. நான் இந்த நூலில் சொல்பவையும் இவ் விதிக்கு விலக்கில்லை என்று சிலர் நினைக்கலாம். ஆனால், சோதனைச் சாலையில் என்ன நடக்கிறது என்று பாமரர் தெரிந்து கொள்ளுவதற்குத் துணை செய்வதே இந்தப் புத்தகத்தின் முக்கிய நோக்கம். பின்பு, விஞ்ஞான சம்பந்தம் உள்ளவை அல்லது விஞ்ஞான சம்பந்தம் இல்லாதவை என்றே கூறத் தக்க மற்றக் காரியங்களில் இந்த அறிவை அவர் பொருத்திப் பார்க்கக்கூடும். 'விஞ்ஞானமும் விவேகமும்' என்னும் விஷயத்தைப் பற்றிப் பொதுப்படக் கூறும் இந்த நூலிலும், பரிசோதனை விஞ்ஞானங்களைப் பற்றிச் சிரத்தையாகக் கவனிப்பது நியாயம்தானே? ஏனென்றால், விஞ்ஞானத்தின் எந்த வரையறையும் பௌதிகம், இரசாயனம், பரிசோதனை - உயிரியல் என்பவைகளை ஒதுக்குவதில்லை. இந்தத் துறைகளில் ஏற்பட்டுள்ள விரைவான முன்னேற்றங்களும், அவற்றின் மூலமாகப் பெறப்பட்ட அறிவைப் பயன்படுத்தும் ஆச்சரியமான முறைகளுமே நவீன நாகரிகத்தில் விஞ்ஞானம் பெற்றுள்ள பதவிக்குக் காரணம் என்பதை எவரும் மறுக்க முடியாது.

ஆனால், பரிசோதனை விஞ்ஞானங்களில் மட்டும் கவனத்தைச் செலுத்தினால், விஞ்ஞானம் என்பது என்ன என்னும் வினாவுக்குத் திருப்தியான பதில் கிடைக்காது. ஏனென்றால், மக்கட் காரியங்களின் இந்தக் குறுகிய பகுதியினும்கூடக் குறிக்கோள்களையும் முறைகளையும் பற்றிய அபிப்பிராய பேதம் முதலிலேயே தெரிகிறது. விஞ்ஞானக் காரியத்தின் தன்மையைப் பற்றிப் பலவகையாக மக்கள் மதிப்பிடுவதே இந்த அபிப்பிராய பேதத்துக்கு ஓரளவு காரணமாயிருக்கிறது; ஆயினும், இதற்குப் பெரும்பான்

அனுஸ்வரங்கள்–Overtones. பரிசோதனை–உயிரியல்–Experimental biology.

மைக் காரணமாக உள்ளது பௌதிக உயிரியல் விஞ்ஞானங்களின் முன்னேற்றத்தின் ஏதாவதொரு நோக்கத்தை வற்புறுத்த வேண்டும் என்று எழுத்தாளரோ ஆசிரியரோ விரும்புவதே யாகும். விஞ்ஞானத்தைப் பற்றி நிலையியல் நோக்கு, இயங்கியல் நோக்கு என்று இரண்டு நோக்குக்கள் இருக்கின்றன. இக்காலத்தில் ஒன்றோடொன்று இணைந்துள்ளவையான பல தத்துவங்களையும் விதிகளையும் கோட்பாடுகளையும், ஒழுங்குபடுத்தப்பட்டுள்ள மிகப் பெரிய செய்தித் தொகுதியையும் நிலையியல் நோக்கு நடு அரங்கில் கொண்டு வந்து நிறுத்துகிறது; அதாவது, விஞ்ஞானம் என்பது நாம் வாழும் பிரபஞ்சத்தை விளக்கும் ஒரு வழி என்கிறது. இந்த நோக்கை உடையவர், 'ஆகா! நம்முடைய அறிவு இத்துணை பெரிதாக இருக்கிறதே! இது ஒரு விந்தை அல்லவா!' என்கிறார். ஆனால் விஞ்ஞானம் என்பது அறிவால் அமைக்கப்பட்ட ஒரு கட்டுக்கோப்பு என்று நாம் கருதுவோமானால், சோதனைச்சாலைகள் எல்லாம் நாளையே மூடப்பட்டாலும்கூட, பண்பாட்டிலும் நடைமுறையிலும் நவீன விஞ்ஞானங்கள் அளித்துள்ள நன்மைகள் அனைத்தும் உலகத்துக்கு இருந்தே வரும். இத்தகைய கட்டுக்கோப்பு குறை உடையதாகத்தான் இருக்கும், சந்தேகமில்லை. ஆனபோதிலும், விஞ்ஞானம் ஒரு 'விளக்கும் வழி'யாக இருப்பதாலேயே முக்கியத்துவம் உடையது என்று கருதிவருபவர்களுக்கு இந்தக் கட்டுக்கோப்பு மிகவும் திருப்திகரமாகவே இருக்கும். ஆனால் எவ்வளவு காலம் அவ்வாறு இருந்து வரும் என்பது ஒரு வினா.

நிலையியல் நோக்கு-Static view. இயங்கியல் நோக்கு-Dynamic view. கட்டுக்கோப்பு- Fabric. (இந்த ஆங்கிலச் சொல் ஓரோர் இடத்தில் கட்டடம் என்னும் பொருளிலும், வேறிடங்களில் நெய்த ஆடை என்னும் பொருளிலும் இந்த நூலில் வழங்கப்படுகிறது.)

விஞ்ஞானத்தை பற்றிய இயங்கியல் நோக்கு

இயங்கியல் நோக்கு நிலையியல் நோக்குக்கு எதிரிடையானது; அது விஞ்ஞானத்தை ஒரு சுறுசுறுப்பு என்று கருதுகிறது. ஆகவே, அதன்படி இக்கால அறிவு-நிலை இனிமேல் செய்யவேண்டிய காரியங்களுக்கு ஆதாரமாக உள்ளது; அக்காரணத்தாலேயே முக்கியமானது. இந்த நோக்கின்படி, சோதனைச்சாலைகளையெல்லாம் மூடிவிட்டால் விஞ்ஞானம் முற்றும் மறைந்துபோகும்; விஞ்ஞான நூல்களில் அடங்கிப் புதையுண்டு கிடக்கும் கொள்கைகளும் தத்துவங்களும் விதிகளும் வெறும் சித்தாந்தங்களாக ஆகிவிடும். ஏனென்றால், சோதனைச்சாலைகளை எல்லாம் மூடிவிட்டு நுண்ணாராய்ச்சிகளையும் நிறுத்திவிட்டால், ஒரு நிரூபண வாக்கியத்தைக்கூட மீண்டும் பரிசீலனை செய்ய முடியாது. இந்தக் காட்சியை வேண்டுமென்றே மிகையாகச் சித்திரித்திருக்கிறேன். கரட்டு வழக்குப் பேசுவதாயிருந்தாலன்றி, இயற்கை விஞ்ஞானங்களைப் பற்றித் தீவிரமான நிலையியல் நோக்குடன் கூறப்படும் விளக்கத்தையோ அல்லது தீவிரமான இயங்கியல் நோக்குடன் கூறப்படும் விளக்கத்தையோ ஒருவனும் தாங்கிப் பேசமாட்டான். ஆனால், பள்ளிக்கூடங்களிலும் கலாசாலையிலும் நடைபெறும் மாணவர்களின் ஆரம்ப விஞ்ஞானப் போதனைகளும், பொதுமக்களுக்கான விரிவுரைகளும் அநேகமாகச் சித்தாந்த வடிவத்திலேயே இருக்கவேண்டியிருக்கின்றன. ஆகையால், அமெரிக்கக் குடிமக்கள் தம்மையறியாமலே அவை அமைந்துள்ள போக்கிலேயே நெடுந்தூரம் கவர்ந்து இழுக்கப்படுகிறார்கள். ஆனபோதிலும், சோதனைச்சாலையில் செயல் புரிபவர்கள் விஞ்ஞானம் என்பது புதியதோர்

சித்தாந்தம் - Dogma. (அதிகாரத்தோடு கூறப்படும் உறுதிச் சொல்.)

ஆராய்ச்சி என்ற கருத்தை முக்கியமாக உடையவர்களாக இல்லாவிட்டால் அவர்கள் அங்கு இருக்கமாட்டார்கள் என்பது தெளிவு. அவர்களையும், பதினாறாம் நூற்றாண்டு முதல் விஞ்ஞானங்களை முன்னேறச் செய்துள்ள அவர்களுடைய முன்னோர்களையும் சீராகப் புரிந்து கொள்ளும் பொருட்டு, விஞ்ஞானத்தின் இயங்கியல் தன்மையை எவ்வளவு வற்புறுத்தினாலும் மிகையாகாது.

அது என்னவாயினும், என் சொந்த அபிப்பிராயம் இதுவே. நான் அதை மறைக்கச் சிறிதுகூட முயலப் போவதில்லை. ஆகையால், நான் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிக் கூறும் வரையறை கிட்டத்தட்டப் பின்வருமாறு அமையும்: விஞ்ஞானம் என்பது பரிசோதனைகள் கவனக்குறிப்புக்கள் ஆகியவற்றின் விளைவாகத் தோன்றி வளர்ந்தும், மேன்மேலும் பல பரிசோதனைகளையும் கவனக்குறிப்புக்களையும் பயனுக விளைவித்தும், ஒன்றோடொன்று தொடராக இணைந்தும் உள்ள மனக்கோள்களும் மனக்கோட் திட்டங்களும் ஆகும். இந்த வரையறையில் உள்ள அழுத்தம் எல்லாம் 'பயனுக விளைவித்து' என்னும் சொற்களில்தான் பொருந்தியிருக்கிறது. விஞ்ஞானம் என்பது மானதச் சிந்தனையை ஒட்டிய ஓர் அரிய முயற்சி. ஒரு புதிய கருத்தின் உண்மையையும், ஒரு புதிய பரிசோதனையால் கண்டறிந்தவற்றின் முக்கியத்துவத்தையும் அவைகளின் விளைவுகளால்—அதாவது மற்றக் கருத்துக்களையும், மற்றப் பரிசோதனைகளையும் ஒட்டிய விளைவுகளால் — அளவிட வேண்டும். இப்படிக் கருதப்படும்போது, விஞ்ஞானம் என்பது ஓர் உறுதிப் பொருளை நாடும் முயற்சியன்று; எவ்வளவுக்கு அது தொடர்ச்சியாக இருந்துகொண்டே

மனக்கோள் - Concept. மனக்கோட் திட்டம் - Conceptual scheme. வரையறை - Definition. மானதச் சிந்தனையை ஒட்டிய - Speculative.

வருகிறதோ அவ்வளவுக்கே வெற்றியையுடைய ஒரு நாட்டம் என்று அதைக் கூறுவது தகும்.

இந்தக் கடைசி விவரணத்தை முதலில் படித்ததும் விஞ்ஞானச் சுறுசுறுப்பு என்பது ஒருவகையான பைத்தியத்துக்குச் சமமானது என்று சொல்வது போல் சிலருக்குத் தோன்றலாம். 'முடிவில்லாமல் மேன்மேலும் புதிய கருத்துக்களை ஈனும் புதிய பரிசோதனைகளைப் பயக்கின்றன என்பதால் மட்டுமே பிரயோஜனமானவை என்று ஒப்புக்கொள்ளப்படும் மனக்கோள்களையும் மனக்கோட் திட்டங்களையும் இப்படி வெறிகொண்டு துரத்திப் பிடிக்க முயல்வது ஏன்? அதன் பயன்தரு நிலையை மட்டுமே கொண்டு விஞ்ஞானத்தை ஆதரிக்க முயன்றாலன்றி (நான் அப்படிச் செய்யப் போவதில்லை), இந்த இயங்கியல் நோக்கு தோல்வி-மனப்பான்மையை உடைய நோக்கு ஆகாதா? "ஜடப் பிரபஞ்சம் அமைக்கப்பட்டது எப்படி? அது செயல் புரிவது எப்படி?" என்று காணத்தான் பௌதிகர்களும் இரசாயனிகளும் முயன்று வருகிறார்கள் என்று முற்காலத்தில் விஞ்ஞானிகள் சொல்லவில்லையா? அப்படியே நாமும் ஏன் தைரியமாகச் சொல்லக் கூடாது? அதுவே குறிக்கோளானால், தர்க்க ரீதியிலாவது அம்முயற்சிக்கு ஒரு முடிவு நிச்சயமாக இருந்தாக வேண்டுமே. அந்தப் பிதிரை விண்டு பிரபஞ்சத்தின் அமைப்பைக் கண்டுபிடித்து விட்டால், பின்பு சோதனைச்சாலைகளை எல்லாம் மூடிவிட்டு, மனித வர்க்கம் வேறு முயற்சிகளை மேற்கொள்ளலாமே. இதுதானே விவேகம்?' என்றும், 'பயன்தரும் மனக்கோள்களையும் மனக்கோட் திட்டங்களையும் பற்றிய வெட்டிப் பேச்செல்லாம் விஞ்ஞானத்துக்கு ஆதாரமளிக்கும் "திடமான உண்மைகளைக்" கவ

ஜடப்பிரபஞ்சம் - Inanimate universe.

ணிக்கவொட்டாமல் பாமரனையும் விஞ்ஞானியையும் ஒதுக்கு அல்லவோ செய்கிறது?' என்றும் நீங்கள் சொல்லலாம்.

இந்தப் பிரச்சினைகளைத் தக்கவாறு ஆராய வேண்டுமானால், தத்துவ-ஞானிகள் பலர் ஒரு குழுவாகச் சேர்ந்து ஒரு தனி நூலை எழுதவேண்டியிருக்கும். 'குழு' என்ற சொல்லைத் தெரிந்தேதான் உபயோகிக்கிறேன். ஏனென்றால், மறைமுகமாக உள்ள பல கஷ்டமான வினாக்களுக்கும் பலரும் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடியதான ஒரே விடை இருக்க முடியாது. விஞ்ஞான முறைகளை எளிமையாக விளக்கும்போது, 'மக்கள் ஒரு விஷயத்தைத் தெரிந்துகொள்ளுவது எப்படி? "தெரி" என்ற சொல்லுக்குத்தான் என்ன பொருள்?' என்னும் பிரச்சினைகளோடு போராடும் அறிஞர்களுடைய கவலைகளில் பெரும்பான்மைக்குள்ளும் சிக்காமல் ஒதுங்கிச் செல்லலாம். ஆனால், பிரபஞ்சம் **யதார்த்தத்தில்** எப்படி அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதைக் காணுவதே விஞ்ஞானிகள் செய்துவரும் காரியம் என்ற அபிப்பிராயம் பொதுப்பட ஒருவாறு விவேக ரீதியாக வழங்கிவருவதால், விஞ்ஞானத்தால் கண்டறியப்பட்ட விஷயங்களை நான் எச்சரிக்கையாகக் கையாண்டிருப்பதுதான் நியாயம் என்று காட்டும் பொருட்டு இங்கே சில பத்திகளைச் சேர்க்க வேண்டியது அவசியம்.

விஞ்ஞானமும் யதார்த்தமும் ஓர் ஐயப்பாட்டு நோக்கு

இந் நூலின் பெயர் குறிப்பது போல, விஞ்ஞானத்தை விவேகத்தோடு சம்பந்தப்படுத்திக் காட்டுவதால் விஞ்ஞானிகளின் காரியங்களை நன்கு விளக்கலாம் என்பது என் நம்பிக்கை. விஞ்ஞானம் கணிதமாயும் வெற்றுத்

திடமான உண்மைகள் - Hard facts. யதார்த்தம்—Reality. ஐயப்பாட்டு நோக்கு - Skeptical approach.

தன்மை உள்ளதாயும் தொழிற்கலைப் பண்பு உடையதாயும் ஆகிவிட்டது; ஆனபடியால், அதற்கும் விவேகத்துக்கும் இருந்த சம்பந்தம் விட்டுப்போய் நெடு நாளாகிவிட்டது என்ற ஒரு தவறான எண்ணம் இக் காலத்தில் நிலவி வருவதுபோல் தோன்றுகிறது. விவேக ரீதியான சில கருத்துக்களை விஞ்ஞானிகள் முன்னிலும் ஆழ்ந்து சிந்தித்ததும் பரிசிலனை செய்ததுமே இருபதாம் நூற்றாண்டில் பௌதிகத்தில் ஏற்பட்ட புரட்சிக்குப் பெரும்பான்மைக் காரணம், சந்தேகம் இல்லை. இடத்தையும் காலத்தையும் பற்றிப் பௌதிக நிபுணர்கள் கொண்டிருந்த எண்ணங்கள் அடியோடு மாறியதற்கு இந்தப் புனராலோசனையே காரணம். ஆனால் ஒரு பாமரன் விஞ்ஞானத்தின் தன்மையை விசாரிக்கத் தொடங்கும் முதற்படியிலேயே சார்புநிலைக் கொள்கையையும் சக்திக் கொத்துத் தோற்றங்களையும் பற்றிக் கற்கவேண்டும் என்று தொடங்கினால், அவன் மீளாக் குழப்பத்தை அடைவது அநேகமாக நிச்சயம். இங்கே சொல்லப்படுவது இதற்கு நேர் எதிரிடையான முறை. விவேகத்துக்கும் விஞ்ஞானத்துக்கும் சரித்திரப்படி ஏற்பட்ட தொடர்போடு நாம் தொடங்குவோம். இந்த நூற்றாண்டில் (பற்பலவகையாகக் காணப்படும்) நவீன விஞ்ஞானத்தின் எந்த எந்தத் துறைகளிலெல்லாம் அந்த உறவு அதிகமாக மாறவில்லையோ அவைகளில் எல்லாம் மேற்கூறிய கருத்துக்களின் போக்கு எப்படி இருக்கிறது என்று கவனிப்போம். இங்கே கையாளப்படும் எச்சரிக்கை அல்லது ஐயப்பாட்டு நோக்கும் விஞ்ஞான முறைகளின் பகுத்தாராய்வும் தாம் இன்னும் நன்றாகப்

வெற்றுத்தன்மை உள்ளது - Abstract. தொழிற்கலைப் பண்பு உடையது - Technical. பாமரன் - Layman. சார்புநிலைக் கொள்கை - Relativity. சக்திக்கொத்துத் தோற்றங்கள் - Quantum phenomena.

படித்து, ஏதாவதொரு நவீன விஞ்ஞானத்துறையை நுணுகி ஆராய வேண்டும் என்று விரும்புவோருக்கு இடையூறுகளாக இருக்கமாட்டா என்று நம்புகிறேன்.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் மக்களிடையே விஞ்ஞானத்தைப் பரப்பியவர்களால் எளிதாக எழுத முடிந்தது. ஆனால் இந்த நூற்றாண்டிலுள்ள பௌதிகர்களின் செயல்களால் ஏற்பட்ட விளைவுகளால் நாம் அவ்வாறு எழுதுவது மிகவும் சிரமமாகிவிட்டது. 1900 வாக்கில் சிறிதும் எதிர்பாராத போக்கில் விஞ்ஞானம் திரும்பிவிட்டது; இதைப் பற்றிச் சந்தேகமே இல்லை. விஞ்ஞான சரித்திரத்திலே அதற்கு முன்னால் எத்தனையோ புரட்சிகரமான கொள்கைகளும், ஒரு புதிய யுகத்தையே தோற்றுவிக்கும் சக்தி வாய்ந்த புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்கள் சிலவும் இருந்திருக்கின்றன. ஆயினும், 1900க்கும் உத்தேசமாக 1930க்கும் இடையே நடந்தது வேறு. பரிசோதனைகளிலிருந்து இன்னதைத்தான் உறுதியாக எதிர்பார்க்கலாம் என்று கூறப்பட்டுவந்த பொதுச்சோதிடம் தவறியதுதான் அது. எல்லா விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளும் விளக்கங்களும் மிகவும் தற்காலிகமாக மட்டுமே ஒப்புக்கொள்ளத்தக்கவை என்று நான் வைத்துக்கொள்ளுவதற்கு இந்த நிகழ்ச்சி ஒன்றே போதிய ஆதாரமாகும். வாஸ்தவத்தில், 'பரிசோதனைகளின் விளைவாகத் தோன்றி வளர்ந்து, பரிசோதனைகளைப் பயனுக விளைவிப்பவையான மனக்கோட் திட்டங்கள்' என்று விஞ்ஞானத்துக்கு வரையறை கூறினால், அதுவே இக்காலத்தில் பலரும் ஒருவாறு ஒப்புக்கொள்ளக் கூடியதான வரையறை என்று பௌதிகர்களின் மாறிய மனப்பான்மையின் உட்பொருள்களை நன்கு அறிந்தவர்கள் பலருக்கும் தோன்றுகிறது.

எச்சரிக்கை - Cautions, பகுத்தாராய்வு - Analysis.

'இந்த நூற்றாண்டு தொடங்கியது முதல், பௌதிக விற்பன்னர்கள் முன் எதிர்பாராதவையாயும், இவ்வகையாக இருக்கலாம் என்றுகூட அவர்கள் நினைத்திருக்க மாட்டாதவையாயும் (தடித்த எழுத்துக்குப் பொறுப்பாளி நான்) உள்ள பரிசோதனை - உண்மைகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதால் ஏற்பட்ட ஓர் அறிவுச் சங்கடத்துக்கு உள்ளானார்கள்' என்று பேராசிரியர் பிரிட்ஜ்மன் சிறிது காலத்துக்கு முன்னால் சொல்லியிருக்கிறார். அவர் முக்கியமாகக் குறிப்பிட்டது அதிவேகம் என்னும் துறையில் காணும் தோற்றங்களைப் பற்றியதே யாகும். விசேஷச் சார்பு-நிலைக் கொள்கை இவைகளுக்கு மிகவும் பொருத்தமான ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தை இப்போது அமைத்து விட்டது. ஒளியை (தோன்றும் ஒளியையும் தோன்றா ஒளியையும்) ஆராயும்போது நிகழ்ந்த விஷயமும் இதைப் போலவே அற்புதமானது என்று பௌதிகன் அல்லாதவனும், நாற்பது வருஷங்களுக்கு மேல் பௌதிகர்கள் சொல்வதைக் குறித்துக் கேட்கும் பாக்கியம் உடையவனும் உள்ள எனக்குத் தோன்றுகிறது. சுருக்கமாக விஷயம் இவ்வளவுதான்: ஒளி ஓர் அலை-இயக்கம் என்று வைத்துக்கொள்ளப்படும் ஒரு கொள்கையின் (மனக்கோட் திட்டத்தின்) மூலமாக ஒளி சம்பந்தமான எளிய நிகழ்ச்சிகளில் பலவற்றை விளக்கமுடியும். ஒளிக் கற்றை நுண்ணிய துகள்களின் ஒழுக்கு என்று வைத்துக்கொள்ளப்படும் ஒரு கொள்கையின் மூலமாக அத் தோற்றங்களில் வேறு சிலவற்றை விளக்கக்கூடும். நுண் துகள் கொள்கை என்பது

அறிவுச் சங்கடம்–Intellectual crisis, பேராசிரியர் பிரிட்ஜ்மன் - Professor Bridgman. விசேஷச் சார்புநிலைக் கொள்கை–Special Theory of Relativity, அலை-இயக்கம்-Wave motion. ஒளிக்கற்றை-Beam of light. துகள்–Particle. நுண் துகள் கொள்கை - Corpuscular theory.

பிந்திக் கூறிய மனக்கோட் திட்டத்தின் பெயர். ஒரு காலத்தில் அதுவே வெற்றியடையும்போல் தோன்றிற்று. அப்படியிருக்கையில், சுமார் 1800-ம் வருஷம் வாக்கில் சிற்சில பரிசோதனை நிகழ்ச்சிகள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அவைகளை அலையியல் கொள்கையின் மூலமாக அன்றி வேறு வகையாக விளக்குவது கஷ்டமாகவோ, அல்லது முடியவே முடியாமலோ, இருந்தது. ஒளியின் தன்மையைப் பற்றிய இந்தக் கொள்கை 'நிலைத்துவிட்டது' என்றே பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியின் வாக்கில் பொதுவாக எண்ணி வந்தார்கள். ஆயினும், 1870ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் சற்றே கிறுக்கரான ஹார்வர்ட் பேராசிரியர் ஒருவர், 'இந்தக் காலத்தில் உள்ளவர்கள் எல்லாரும் ஒளியின் அலையியல் கொள்கையை நம்புவதற்குக் காரணம் என்ன தெரியுமா? நுண்துகள் கொள்கையை முன்னால் நம்பிவந்தவர்கள் எல்லாருமே இப்பொழுது இறந்து போய்விட்டார்கள் என்பதுதான்' என்று தம் முடைய வகுப்புக்குச் சொல்லுவது வழக்கம்.

1912ல் மஸ்ஸாச்சுஸெட்ஸிலுள்ள கேம்பிரிட்ஜில் இது ஒரு விகடத் துணுக்காக வழங்கிவந்தது. ஆனால், அப்போதும் ஒளியின் நுண்துகள் தன்மையை ஆதரித்துக் கூறும்போது, புராதனச் சித்தாந்தங்களின் மீதுள்ள கர்நாடகமான பற்றோடுகூட வேறு காரணம் ஒன்றும் சேர்ந்திருந்தது என்பது தெரிந்தது. ஏனென்றால், ஒளி உட்கவரப்படுவதையும் வெளிவிடப்படுவதையும் சார்ந்த தோற்றங்கள் பலவற்றையும் நுண்துகள் கொள்கையின் மூலமாக மட்டுமே திருப்தியாக விளக்கமுடியும் என்பது

அலையியல் கொள்கை - Wave theory. கிறுக்கர் - Eccentric. ஹார்வர்ட் - Harvard. மஸ்ஸாச்சுஸெட்ஸ் - Massachusetts. கேம்பிரிட்ஜ் - Cambridge. உட்கவரப்படுதல் - Absorption. வெளிவிடப்படுதல் - Emission.

அந்தக் காலத்துக்குள் தெளிவாயிற்று. இது ஓர் இருதலைக் கொள்ளி நிலை. ஆனால், இந்தச் சங்கடமான நிலையைத் தக்க பரிசோதனையால் தீர்த்துவிடலாம் என்பதைப் பற்றி நாற்பது வருஷங்களுக்கு முன்னால் யாருக்காவது ஒரு கண மேனும் ஐயம் ஏற்பட்டிருக்குமா என்பது எனக்குச் சந்தேகம். உண்மையில், அந்தக் காலத்தில் ஒளித்துறையில் நிபுணராயிருந்த ஒருவர் தம்முடைய பிரசங்கத்தில், 'ஒளி யானது நுண்துகள் தன்மை, அலையியல் தன்மை என்னும் இரண்டு தன்மைகளையும் ஒருங்கே உடையதாக இருக்கவே முடியாது; அப்படிச் சொல்வது முட்டாள்தனம்' என்று சொன்னது எனக்கு நினைவிருக்கிறது. முரண்படும் இவ்விரண்டு கட்சிகளிலே எது சரியானது என்று முடிவாகத் தீர்மானிக்க ஓர் உறுதியான பரிசோதனை, ஒருநாள் இல்லாவிட்டால் ஒருநாள், வகுக்கப்பட்டுவிடும் என்றும் அவர் திடமாகச் சொன்னார். ஆனால், இன்று 1950ம் ஆண்டில், இந்த இருதலைக் கொள்ளி நிலையைத் தீர்ப்பதற்கு ஏற்ற பரிசோதனையை அனேகமாக ஒருநாளும் வகுக்கவே முடியாது என்னும் அபிப்பிராயத்தை மறுக்கும் பௌதிகர் யாரேனும் இருப்பார்களா என்பது சந்தேகம். இது வரை தெரியவந்துள்ள ஒளியியல் தோற்றங்கள் எல்லாவற்றையும் திருப்திகரமாகத் தன்னுள் அடக்கிக் கூறும் (பல பத்தாண்டுகளாக அவ்வாறு செய்யும்) மனக்கோட்திட்டம் எதுவென்றால், ஒரு சில பரிசோதனைகளில் ஒளி நுண்துகள் தன்மையுள்ள என்ற வருணனை பொருந்துவதாயும், வேறு சிலவற்றில் அது அலையியல் தன்மையுள்ளது என்ற வர்ணனை பொருந்துவதாயும் உள்ள திட்டமேயாகும். **உண்மையில் ஒளி நுண்துகள் தன்மை உள்ளதா,**

இருதலைக்கொள்ளி நிலை - Dilemma. ஒளியியல் தோற்றங்கள் - Optical Phenomena.

அலையியல் தன்மை உள்ளதா என்னும் வினா முன்னொரு காலத்தில் முதல்தர முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்று எண்ணப்பட்டு வந்தது. அதற்கு விடை கூற வல்ல பரிசோதனை எதையும் நம்மால் நினைத்துப் பார்க்கவும் முடிவதில்லை

என்சைக்கிளோபீடியா பிரிட்டானிகாவின் 1929ம் வருஷப் பதிப்பில், 'ஒளி'யைப் பற்றிய கட்டுரை பின்வரும் விவரணத்தோடு தொடங்குகிறது: 'ஒளி என்றால் வாஸ்தவத்தில் என்ன என்று தொடங்கும்போதே சொல்ல வேண்டும்; அந்தத் தானத்திலிருந்து தொடங்கி, பின்பு படிப்படியாக, அதன் தன்மைகளைப் பற்றிக் கூறவேண்டும் என்று பலர் எதிர்பார்க்கலாம்; ஆனால், இப்படிச் செய்வது சாத்தியமில்லை. ஏனென்றால், நாம் எந்த எந்தப் பொருள்களைக் கொண்டு ஒளியை விளக்கக்கூடுமோ அந்த அந்தப் பொருள்களுள் ஒவ்வொன்றையும் காட்டிலும் அது ஆதியானது, முற்பட்டது, மிக்க எளிமை வாய்ந்ததும்கூட. ஒளியின் பண்புகளை அடுக்கடுக்காகக் கூறுவதன் மூலமாகவும், கூடியவரையில் மிகவும் எளிமையான தத்துவங்களை அவற்றுக்கு ஆதாரம் காட்டுவதன் மூலமாகவுமே ஒளியின் தன்மையை ஒருவாறு வருணிக்க முடியும். இந்தத் தத்துவங்கள் நம்முடைய சாமானிய அநுபவங்களுக்குப் புறம்பாக இருப்பவை; ஆகையால் அவற்றைத் தூய தர்க்க முறையில், அதாவது கணித வடிவத்தில், கூற வேண்டியிருக்கிறது. ஆதலால், பெரும்பான்மையும் சில உபமிதிகளின் மூலமாகவே ஒளியின் நடத்தையை வருணிப்போம். இந் நடத்தையே ஒளியின் 'நிஜத்' தன்மை ஆகும்.

என்சைக்கிளோபீடியா பிரிட்டானிகா - Encyclopaedia Britannica.
உபமிதி - Analogy.

ஒரு சிறந்த பௌதிகர் கூறியதிலிருந்து எடுத்தாண்ட இந்த மேற்கோளை (இந்த நூலில் நெடுகக் கொண்ட மன நிலைக்குச் சான்றாக இது இங்கே சமர்ப்பிக்கப்படுகிறது.) என்சைக்கிளோபீடியா பிரிட்டானிகாவின் 1911ம் வருஷப் பதிப்பில் ஒளியைப் பற்றி எழுதிய கட்டுரையின் முன்னுரையோடு (இதை எழுதியவர் நிச்சயமாக ஒரு வானசாஸ்திரியாகவும், அந்தக் காலத்துப் பௌதிகர்களின் கொள்கையை ஒப்புக்கொண்டவராகவும் இருக்கவேண்டும்) ஒத்துப் பார்ப்பது ரசமாக இருக்கும். அக-உணர்ச்சியின் வாயிலாக 'ஒளி'க்கு ஓர் இலக்கணம் கூறக்கூடுமாயினும், 'புறத்தோற்ற முறையில் அதற்குரியதான இலக்கணமே அதாவது "ஒளியின் தன்மை என்ன" என்பதே, ஒளியியல் ஆராய்ச்சியின் கடைக்கோடி' என்று அந்த ஆசிரியர் கூறுகிறார். 'ஒளியின் உண்மையான தன்மையைப் பற்றி இவ்வகையான சிரத்தை இருந்தது மாறி, அதன் நடத்தை தான் அதன் யதார்த்தமான நிலை என்று பாவிப்பதற்குத் தயாரான மன நிலை ஏற்பட்டுவிட்டது. இது பௌதிகத்தைப் பற்றி ஒன்றுமே தெரியாத வாசகர்களுக்குங்கூடப் பார்த்தவுடன் தெரியக்கூடியது. நவீன விஞ்ஞானத்தை நன்றாக அறிந்தவர்கள் இந்தப் பக்கங்களைப் படிக்க நேரிட்டால், சரித்திர ரீதியில் சிக்கலாகக் காணப்படும் வளர்ச்சிப் பகுதியை நான் மதிக்காமல், அலட்சியமாகத் தாண்டிச் சென்றுவிட்டேன் என்று ஒரு வேளை எண்ணலாம். ஐம்பது வருஷங்களுக்கு முன்னால் சாதாரணமாக வழங்கிவந்த முறையைக்கொண்டு இக்காலத்து விஞ்ஞானத்துக்கு இலக்கணம் கூறுவதில் உள்ள சிரமம் எவ்வளவு என்று எடுத்துக்காட்டும் பொருட்டே ஒளியின் தன்

அக-உணர்ச்சியின் வாயிலாக - Subjectively. புறத்தோற்ற முறையில் - Oebjectively. கடைக்கோடி-Ultima Thule (சிகரம்). நடத்தை-Behaviour.

மைகளைப் பற்றி விஞ்ஞானிகள் கொண்டுள்ள மனநிலை களின் இவ்வாறான எதிரிடைத் தன்மைகளை நான் இங்கே கூறினேன்.

இந்தப் பக்கங்களில் நெடுகக் காணும் விஞ்ஞானத்தை ஒட்டிய ஐயப்பாட்டு மனநிலையை என்னுடைய விஞ்ஞானி நண்பர்கள் யாராவது ஆட்சேபித்தால், 'ஒளி என்பது **உண்மையில்** என்ன?' என்னும் ஓர் எளிய வினாவிலும் கூட நாம் இவ்வளவு ஜாக்கிரதையாக இருக்கவேண்டி யிருப்பதால், யதார்த்தம் என்பது இதுதான் என்று கூறுவது எவ்வளவு சிரமம் என்பதை அவர்களுக்கு நினைவு மூட்டுவேன். இதுவுமன்றி, தூய போதனை-முறையில் இதைப் பற்றிக் கவனிப்பதாயிருந்தாலும், விஞ்ஞானப் பழக்கமில்லாதவர்களுக்கு 'ஐயப்பாட்டு நிலையிலிருந்து சித்தாந்த நிலையை அடைவது மிக எளிது என்பதையும், அதற்கு எதிர்மாறாகச் செல்வது அவர்களுக்குச் சிரமம் என்பதையும் சுட்டிக்காட்டுவேன். இக்காலத்தில் பொது ஜனங்களுக்கான விஞ்ஞான வெளியீடுகள் பெரும்பான்மை யும் சித்தாந்த ரீதியில் அமைந்திருக்கின்றன. ஆகையால், வாசகர் ஒருவர் இந்தப் புத்தகத்தை முடிக்கும்போது, விஞ்ஞான விஷயங்கள் 'யதார்த்தமானவை' என்பதில் மீண்டும் தமக்கு முன்போல் நம்பிக்கை ஏற்படவேண்டும் என்று விரும்பினால், அப்படிப்பட்ட நம்பிக்கையை அளிப் பதற்கு உதவி செய்யக்கூடிய சக்திகள் எத்தனையோ காணப்படுகின்றன. கடைசியாக, நான் இன்னும் ஒன்றைக் கவனித்திருக்கிறேன். புதிய கொள்கை ஒன்று தொடங்கி வளர்ந்துவரும் ஒவ்வோர் ஆதிக் காலத்திலும், அதில் மிகவும் தீவிரமான பற்றுடையவர்களாயிருந்த சிலரைத்

யதார்த்தம் - Reality. தூய போதனை-முறை - Pure pedagogy. ஐயப் பாட்டு நிலை - Skepticism. சித்தாந்த நிலை - Dogma.

தவிர மற்றவர்கள் எல்லோரும் அந்தப் பற்றி அவசரப் பட்டு முடிவுகொள்ளலாகாது என்ற மன நிலையையே கொண்டிருந்தார்கள். பௌதிக விஞ்ஞான விஷயங்களில் சிறிதும் ஐயப்படவேண்டியதில்லை என்று கருதுவோரும் கூட நடந்துவந்தது இப்படித்தான் என்பதைத் தாராள மாக ஒப்புக் கொள்ளுவார்கள். ஆகையால், பழங்கால உதாரணங்களைக் எடுத்துக்காட்டிப் பரிசோதனை விஞ்ஞான முறைகளை நான் விளக்குவதைப் படித்துவரும் வாசகர்களை நோக்கி, விஞ்ஞான வியாக்கியானங்களைப் பற்றிக் கூடிய வரையில் ஐயப்பாடு உள்ளவர்களாகவே நீங்கள் இருந்து வரவேண்டும் என்று கேட்டுக்கொள்ளுகிறேன்.

மனக்கோட் திட்டங்களின் தகுதியை மிகுதிப்படுத்தல்.

இது நிற்க, விவேகத்தைப் பற்றிக் கவனிப்போம். விஞ்ஞானக் காரியங்களுக்காகப் பரிசோதனைகளைச் செய்வது வாழ்க்கைக் காரியங்களுக்காகப் பரிசோதனை செய்வதிலிருந்து வளர்ச்சி பெற்றது என்று வழக்காட வேண்டியது அவசியமில்லை. (குகை-வாழ் மனிதர்கள் கற்கோடரிகளைச் செய்வது எப்படி என்று செய்து - பிசகி - அறி முறையில் கற்றுக் கொண்டதற்கும் பரிசோதனைகளைச் செய்வதற்கும் உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளைச் சற்றுப் பொறுத்துப் பரிசீலனை செய்வோம்.) விஞ்ஞானத்துக்கும் விவேகத்துக்கும் இடையே உள்ள சம்பந்தம் நன்கு தோன்றுவதாக உள்ளது. ஆனால், பரிசோதனைகளோடு சம்பந்தப்பட்ட மனக்கோட் திட்டங்கள் சிலவற்றை அபிவிருத்தி செய்யவும் செம்மைப்படுத்தவும் விஞ்ஞானிகள் பல தலைமுறைகளாகச் செய்து வந்த முயற்சிகளுக்கும், பல பொருள்களுக்கும்

குகைவாழ் மனிதர் - Cave-men. கற்கோடரி - Stone axe. செய்து - பிசகி - அறி முறை – Trial-and-error method.

மக்களுக்கும் இடையே பச்சைக் குழந்தை வழியறிந்து செல்லக் கற்றுக்கொள்ளும் செயல்முறைக்கும் ஒரு சம்பந்தம் இருக்கிறது. அது இதைக் காட்டிலும் அடிப்படையானது. மேலும் இக்காலத்துப் பரிணமக் கொள்கைகளை ஒப்புக்கொண்டால், ஆதி-மனிதன் வெளி உலகத்தைக் கையாளவும் பரிசோதனைகளின் விளைவுகளைத் தன்னுடைய பிற்சந்ததிகளுக்கு மொழியின் மூலமாகத் தெரிவிக்கவும் படிப்படியாகக் கற்றுக்கொண்ட காரியங்களோடும்கூட விஞ்ஞானப் பரிசோதனைகளை நம்மால் சம்பந்தப்படுத்த முடியும்.

வெகு காலத்துக்குமுன் வில்லியம் ஜேம்ஸ் எழுதியதாவது: 'மனிதனுடைய அறிவு-வாழ்க்கை என்பது அவனுடைய அநுபவங்களுக்கெல்லாம் ஆதிக் காரணமாக இருந்து வந்த தெரிமுறைக்குப் பதிலாக மனக்கோள் முறையைக் கிட்டத்தட்ட முழுதுமே பிரதியீடு செய்யும் செயலாக இருக்கிறது........அதை எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாகப் பயன்படுத்தக்கூடுமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு முக்கியத்தன்மையை அடைந்துவரும் ஏதாவதொரு புதிய மனக்கோளை ஒவ்வொரு புதிய நூலும் மொழி மூலமாக வெளியிடுகிறது. தங்களுடைய இயைபுறுப்புக்களுக்குள் ஒன்றுக்கொன்று சிற்சில வகையான குறிப்பிட்ட சம்பந்தங்களை உடைவையான பல்வேறு சிந்தனைப் பிரபஞ்சங்கள் இவ்வாறு தோன்றுகின்றன. விவேக ரீதி 'விஷயங்கள்' அடங்கிய உலகம்; ஸ்தூலமாகச் செய்ய வேண்டிய காரியங்கள் நிரம்பிய உலகம்; தூய வடிவமுடைய கணித

பரிணமக் கொள்கைகள் - Evolutionary theories. ஆதி மனிதன் - Primitive man. வில்லியம் ஜேம்ஸ் - William James. அறிவு வாழ்க்கை - Intellectual life. தெரிமுறை – Perceptual order. மனக்கோள் முறை - Conceptual order. பிரதியீடு செய்தல் - Substitution. இயைபுறுப்பு - Ingredient. சிந்தனைப் பிரபஞ்சம் - Universe of thought.

உலகம்; நீதி நெறிகள் நிறைந்த உலகம்; தர்க்கம், சங்கீதம் முதலிய பலவும் அடங்கிய உலகம் என்பவையே இவை. நெடுங்காலமாக மறந்து போனவையான தெரிமுறை விஷயங்களிலிருந்து இவை யாவும் பெருகித் தோன்றியவை. அவற்றிலிருந்து பெறப்பட்டுப் பொதுக்கூற்ருக அமைந்தவை. அவை யாவும் மீண்டு வந்து, நம்முடைய தற்காலத் தெரிபொருள்களின் விவரங்களோடும் வருங்காலத் தெரிபொருள்களின் விவரங்களோடும் மறுபடியும் கலந்து ஒன்ருகின்றன......தெரிபொருள்களும் மனக்கோள்களும் ஒன்றையொன்று ஊடுருவி, ஒன்ருக உருகி இணைகின்றன; ஒன்றையொன்று சினைப்படுத்தி வளமாக்குகின்றன. தனியாகப் பார்த்தால், அவற்றுள் எதுவும் யதார்த்தத்தை முற்றும் உணர்வதில்லை. நடப்பதற்கு நமக்கு இரண்டு கால்களும் தேவையாக இருப்பதுபோல், அவை இரண்டும் நமக்குத் தேவையாயிருக்கின்றன.'

சில வகையான தெரிமுறைகளோடு சம்பந்தப்பட்டவையாயும், சில வகையான காரியங்களுக்கு வழிகாட்டும் வாயில்களாக இருப்பவையாயும் உள்ள மனக்கோள்கள் மனக்கோட் திட்டங்கள் ஆகியவற்றின் தகுதியை அதிகப்படுத்தும் காரியமே இது என்று பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தைக் கருதக்கூடும். இது விவேகத்தின் விஸ்தாரங்களில் ஒன்று. ஏனென்ருல், விவேகத்தை மக்களினத்தின் நடைமுறைக் காரியங்களில் மிகவும் திருப்திகரமாகக் காணப்பட்ட மனக்கோள்கள் மனக்கோட் திட்டங்கள் ஆகியவற்றின் வரிசை என்று கருதலாம். இந்த மனக்கோள்கள் மனக்கோட் திட்டங்கள் ஆகியவற்றில் சில, சிறிதளவு வெட்டவும் திருத்தவும் பட்டு, விஞ்ஞானத்தில் பிரயோகிக்கப்பட்டன; நெடுங்காலம் வரை அதில் பயனுள்ளவை

சினைப்படுத்தி வளமாக்குகின்றன - Impregnate and fertilise.

யாகவும் இருந்தன. ஆனால், பரிசோதகர் என்ன செய்யத் திட்டமிட்டிருக்கிறார் என்பதைக் கொண்டுதான் இந்த விவேகக் கருத்துக்களுக்கு வரையறை கூறவேண்டும். இதை ஜாக்கிரதையாகப் பரிசிலனை செய்யத் தவறினால், இப்போது பௌதிகத்தில் ஏற்பட்டிருக்கும் புரட்சிகள் சுட்டுவதுபோல, பல பிழைகள் நேரக்கூடும். பின்வரும் பக்கங்களில் காட்டியுள்ள எளிய உதாரணங்களிலும்கூட இத்தகைய கஷ்டங்களைப் பற்றிய சில குறிப்புக்களைக் கொடுக்கப் போகிறேன். ஆனால், பிரபஞ்சத்தைப் பற்றி மனிதன் பெற்றுள்ள அறிவை ஒட்டிய பரந்த தத்துவ சாஸ்திர வினாக்களை இந்த நூற்றாண்டில் வழங்கும் கொள்கைகளும் இக்காலப் பரிசோதனைகளால் கண்டறிந்த விஷயங்களும் எம்முறையில் பாதிக்கின்றன என்பதை அறிய விரும்பும் வாசகர்கள் அவற்றை வேறு புத்தகங்கள் கட்டுரைகள் முதலியவைகளின் மூலமாகத் தேடி அறிந்து கொள்ளட்டும் என்று நான் விட்டுவிட வேண்டியதுதான்.

சில விவேக பாவனைகள்

பின்வரும் அத்தியாயங்களில் கூறப்படும் விளக்கம் முழுவதிலும் விவேகம் என்னும் மனக்கோட் திட்டத்தின் பெரும் பகுதி ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது என்று வைத்துக் கொள்வோம். நாம் கலந்து பேசக் கூடியவர்களான மற்ற ஆட்கள் இருக்கிறார்கள் என்பதும், பள்ளிக்கூடத்தில் கற்கும் ஜியோமிதியில் வருணிக்கப்பட்டபடி தோராயமாக மூன்று பரிமாணங்களையாவது உடைய வெளியில் இடம் பெற்றுள்ள பொருள்கள் இருக்கின்றன என்பதும் நம்மால் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட விஷயங்கள் என்றும் வைத்துக்

பாவனை - Assumption. பரிமாணம் - Dimension. தோராயமாக - Approximately

கொள்ளுவோம். இந்தப் பொருள்கள் இருக்கின்றன என்பது அவைகளைப் பார்க்கக்கூடியவர் யாராவது இருக்கிறாரா இல்லையா என்பதைப் பொறுத்ததன்று என்றும் வைத்துக் கொள்வோம். இயற்கையில் ஓரியல்பான தன்மை உண்டு என்பது—அதாவது, தோற்றங்களை மீளவும் முன்போல இயற்றக்கூடும் என்பதிலுள்ள நம்பிக்கை—விஞ்ஞானம் அனைத்துக்கும் அடிப்படையானது. இதிலும்கூட விவேக ரீதியான அபிப்பிராயங்களே நம்முடைய கட்டுக்கோப்புக்கு உறுதியான அடித்தளமாக அமைந்திருக்கின்றன. மறுமலர்ச்சிக் காலத்திய ஆதிப் பரிசோதகர்களும், பண்டைக் காலத்தில், விஞ்ஞானம் பிறப்பதற்கு முந்திய பகுதியில் வாழ்ந்த அவர்களின் முன்னோர்களும் இயற்கை ஓரியல் தன்மை உடையது என்பதைப் பாவனையாக வைத்துக் கொண்டார்கள். ஆயினும், 1300 முதல் 1700 வரையில் ஐரோப்பாவின் அறிவுச் சரித்திரத்தைப் படிப்படியாகக் கவனித்தால், 'வெளிப்படை உலகம்' என்று சொல்லப்படுவதைப் பற்றி அறிஞர்கள் கொண்டுள்ள அபிப்பிராயம் மாறி வந்திருக்கக் காணுவோம்; அதைச் சித்திரிக்க மிகப் பலவான பக்கங்கள் தேவையாக இருக்கும். ஆகையால், பதினேழாம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானத்தின் தத்துவ அஸ்திவாரங்களைப் பற்றி மட்டுமே முக்கியமாக அக்கறை கொண்டவர்களின் கோபத்துக்கு நாம் ஒரு வேளை உள்ளாகலாம் என்ற ஆபத்து இருந்தாலும் கூட, விவேக ரீதியான அநுபவம்—அதாவது ஸ்தூலப் பொருள்களின் நடைமுறை நடத்தையைப் பற்றிய அறிவு—பரிசோதனை விஞ்ஞானத்துக்கு இன்றியமையாத (ஆயினும் போது

ஓரியல்பான - Uniform. மறுமலர்ச்சி – Renaissance. வெளிப்படை உலகம் - Objective world. தத்துவ அஸ்திவாரங்கள் - Metaphysical foundations.

மானதாக இல்லாத) முதற்கோளாக இருந்தது என்னும் அபிப்பிராயத்தைத் துணிந்து சொல்லக்கூடும் என்று தோன்றுகிறது.

அக்ரிகோலா பதினாறும் நூற்றாண்டில் எழுதிய சுரங்கத் தொழில் வரலாற்றில் சுரங்க முறைகளையும் இயந்திரங்களையும் பற்றி எவ்வளவு நுட்பமாக வருணித்திருக்கிறாரோ அவ்வளவு நுட்பமாகவே சுரங்கத்தில் வாழும் குட்டிப் பிசாசுகளையும் குட்டிச் சாத்தான்களையும் பற்றி வருணித்திருக்கிறார் என்பது உண்மைதான். ஆனால், சிலர் எண்ணி வந்ததற்கு நேர் விரோதமாக, கனிப்பொருளைப் பூமி மட்டத்துக்கு எடுத்துவரும் அன்றாட வேலையில் இந்தப் பேய்கள் எவ்விதமான பங்கும் எடுத்துக்கொள்வதில்லை என்கிறார். சுருங்கக் கூறின், அவைகள் காரியம் செய்வது உண்மை என்றே அவர் ஒப்புக்கொள்ளவில்லை. பீரங்கிக் குண்டு பாய்ந்து செல்லும் ஆகாய மார்க்கத்தைப் பற்றிக் கலிலீயோ அக்கறை கொள்வதற்கு நெடுங்காலத்திற்கு முன்னமேயே, பீரங்கிகள் குண்டை எய்யும் செயல் ஒன்று போலவே நிகழ்த்தக்கூடிய செயல் என்று படைத் தலைவர்கள் வைத்துக்கொள்ளவேண்டியிருந்தது. பதினாறும் நூற்றாண்டில் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் ஒரு தனிவகை முற்போக்கு அடைவதற்குப் பேருதவி புரிந்த பாதுவா நகர உடலமைப்பு-நிபுணர்களுக்கு ஒரு பிரேத உடலைக் கவனித்துப் பார்த்தால் மற்றொரு பிரேத உடலில் மனித உடலின் அமைப்பு எவ்வாறாக இருக்கும் என்று தவறில்லாமல் எவ்வளவுவரை முன்னதாகக் கூறக்கூடும் என்பது தெரிந்திருந்தது. அதைப் போலவே, பண்டைக் காலம் முதல் மிக நீண்ட காலமாக விவேக ரீதியில்

முதற்கோள்கள் - Premises. அக்ரிகோலா - Agricola. குட்டிப் பிசாசுகள் - Gnomes. குட்டிச்சாத்தான்கள் - Elves. பாதுவா - Padua. உடலமைப்பு-நிபுணர் - Anatomists.

கவனிக்கப்பட்டுவந்த விஷயங்களே விவசாயத்தின் ஆதாரங்களாக இருந்திருக்கின்றன.

தத்துவ விசார முறை என்னும் இன்றியமையாத சட்டக்கோப்பு இல்லாதிருந்தால், பதினேழாம் நூற்றுண்டின் நவீனப் பரிசோதனைத் தத்துவம் வளர்ச்சி அடைந்திருக்க முடியாது என்று சில சரித்திர விற்பன்னர்கள் சாதித்திருக்கிருர்கள். 'தெய்வமே இல்லை என்போரும், தெய்வம் உண்டா இல்லையா என்பது ஒரு நாளும் அறிய முடியாத விஷயம் என்போரும் இயற்கை ஓரியல்தன்மை உடையது என்பதில் போதிய நம்பிக்கை உடையவர்களாக இருக்க முடியாது. ஆகையால், அப்பேர்ப்பட்டவர்கள் விஞ்ஞான முயற்சியை மேற்கொண்டிருக்கவே முடியாது' என்று இக்கால ஆசிரியர்களில் சிலர் வாதாடுகிருர்கள். ஒருவன் தன்னையறியாமலே ஒப்புக்கொள்ளும் விஷயங்களில் அடங்கிய பற்பல இயைபுறப்புக்களைப் பகுத்தாராய்வது மிகவும் சிரமமான காரியம்தான். விஞ்ஞான விஷயங்களை முறைபடக் கூறும்பொழுது, இயற்கையில் ஓரியல்தன்மை அதிகமாக இருக்கிறது என்னும் நம்பிக்கை உள்ளடங்கிக் கிடக்கிறது; இதை எல்லோரும் ஒப்புக்கொள்வார்கள். ஆனுல், நடைமுறைக் கலைகளை நடத்துவதில் தம் வாழ்நாட்களைக் கழிப்போர்கள் இந்த நம்பிக்கையைக் குறைந்த பட்சம் அவ்வளவு பற்ருேடாவது நம்புகிறவர்களாக இருந்தாக வேண்டும். மூன்று நூற்ருண்டுகளுக்கு முன்ருல் பரிசோதனை விஞ்ஞானம் உதயமாவதற்கு நெடுங்காலத்துக்கு முன்பேயும் இந்த நிலை இவ்வாறுதான் இருந்தது.

தத்துவ விசாரமுறை - Metaphysical System. சட்டுக் கோப்பு - Framework. தெய்வமே இல்லை என்போர் - Atheists. தெய்வம் உண்டா இல்லையா என்று அறிய முடியாது என்போர் - Agnostics.

மீளமீளச் செய்யப்பட்டவையாயும் (ஓரளவு பிழைக்கு உட்பட்டு) ஒன்றுபோலுள்ள விளைவுகள் உள்ளவையாயும் இருக்கும் சில பரிசோதனைகளைப் பின்வரும் அத்தியாயங்களில் கவனிப்போம். ஒரேவகையான சூழ்நிலைகளுக்கு உட்பட்ட தோற்றங்கள் எல்லா அமிசங்களிலும் மீளவும் ஒன்றுபோலவே செய்யப்படக் கூடியவையாக இருக்கும் என்று வைத்துக்கொள்வோம். அப்பேர்ப்பட்ட பாவனைகளை ஒரு நம்பிக்கைச் செயல் என்று கருதலாம். ஆனால், கனிப்பொருள்-உருக்கி, விவசாயி, மாலுமி, பம்பியடிப்பவன், கண்ணாடிக்கம்மியர் ஆகியவர் போன்ற எண்ணிறந்த கம்மியர்களும் அவைகளைப் போன்ற பாவனைகளைக் கொள்ளுகிறார்கள். இவர்கள் கொள்ளும் பாவனைகளை விட அவைகள் நம்பிக்கை மிக்க செயல்கள் என்று சொல்ல முடியாது. பௌதிகப் பொருளைக் கையாளுவதில் புலமை மிக்க அறிஞர்களுக்கு மனக் கவர்ச்சி ஏற்படுவதற்கு முன்பே நடைமுறை அறிவின் உண்மை பல தலைமுறைகளாக நன்கு காணப்பட்டுவிட்டது. வாஸ்தவத்தில், பிடிக்கு அகப்படாமல் நழுவும் 'உண்மை' என்னும் சொல்லை, இந்தப் புத்தகம் முழுவதிலும், முன்னால் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளைக் குறிப்பதற்கு மட்டும் அன்றி, கொடுத்துள்ள சூழ்நிலைகள் ஒரே ரீதியாக இருந்தால், அந்தப் பரிசோதனைகளை மீளவும் முன்போலவே நிகழ்த்த முடியும் என்று முன்கூட்டிக் கூறுவதான பொதுக்கூற்றைக் குறிப்பதற்கும் நான் உபயோகிக்கத் துணிந்திருக்கிறேன். ஆகவே, ஓர் உறிஞ்சு பம்பு கடல் மட்டத்தில் வேலை செய்தால், சுமார் 34 அடி உயரம் வரை தண்ணீரை

கனிப்பொருள் உருக்கி - Smelter of ore. கண்ணாடிக் கம்மியர் - Glass blower. கம்மியர் - Artisans. உண்மை - Fact. பொதுக்கூற்று - Generalisation. உறிஞ்சு பம்பு - Suetion pump.

இழுக்கும் (அதற்கு மேல் இழுக்காது) என்பது ஓர் உண்மை என்று சொல்வதைத் தவிர, வேறு விதமாகக் கூற வழியில்லை. ஆயினும், நான் மேலே கூறிய எச்சரிக்கை முறையை அநுசரித்து, எனக்குச் சொந்தத்தில் அதைப் பற்றிச் சந்தேகமே இல்லாதபோதிலும், 'நாம் வாழும் பூமி ஒரு வாயுக் கடலால் சூழப்பட்டிருக்கிறது; அந்தக் கடலும் அதன் எடை காரணமாக அழுத்தம் செலுத்துகிறது' என்பது ஓர் உண்மை என்று சொல்லப் போவதில்லை! நாம் இப்போது நடத்தவேண்டும் என்று எடுத்துக்கொண்ட ஆராய்ச்சியின்போது மேலே மேற்கோள் குறிகளுக்குள் அடங்கிய விவரணத்தை ஒரு மனக்கோட் திட்டம் என்று சொல்லி வருவதுதான் மிகவும் நல்லது. அந்த விவரணம் முதன் முதலாக வெளியிடப்பட்ட காலத்தில், அதற்கும் 'புரோட்டான்களாலும் நியூட்டிரான்களாலும் அணுவின் உட்கரு அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது' என்பதைப் போன்ற இக்கால விவரணம் ஒன்றுக்கும் அடிப்படையான அம்சம் எதிலும் யாதொரு வித்தியாசமும் இல்லை என்பது உறுதி. அணுவைப் பற்றிய இந்த நிருபண வாக்கியத்தை இந்நாளிலும்கூடப் பல விஞ்ஞானிகள் ஒரு கற்பிதக் கொள்கை என்றோ அல்லது கோட்பாடு என்றோ கருதிவருகிறார்கள் (உண்மை என்று அவர்கள் கருதுவதில்லை).

இக்காலத்தில் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிப் பொது மக்களுக்காக எழுதப்படும் கட்டுரைகளில் பின்வருவது போன்றவை சில உறுதியாகக் கூறப்பட்டிருப்பதைச் சில வேளைகளில் படிக்க நேருகிறது: 'ஒரு மர மேஜை எலெக்டிரான்களாலும் நியூட்டிரான்களாலும் **உண்மையாகவே** அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது என்று நவீன

புரோட்டான் - Proton. நியூட்டிரான் - Neutron. உட்கரு - Nucleus. (இவை அணுவின் பகுதிகள்.) வாயுக் கடல் - Sea of air.

பௌதிக சாஸ்திரம் நிரூபித்துவிட்டது.' இந்த வாக்கியத்தில் உபயோகித்திருக்கும் 'உண்மையாகவே' என்னும் சொல் பல அனுஸ்வரங்களை உடையது; அவைகளை நம்பினுல் நாம் மிகவும் வழிதப்பிப் போகக்கூடும். அப்படிச் சொல்வதற்குப் பதிலாக, ஒருவன் பின்வருமாறு சொன்னுல், அப்போது அதிக அபாயம் ஏற்படாது: 'விவேக உலகத்திலே மேஜை என்னும் மனக்கோள் உபயோகமுள்ளது. தத்துவ சாஸ்திரமே தொழிலாக உடையவர்கள் அச் சொல்லைப் பற்றித் தத்துவ ரீதியில் பேசும்போது கஷ்டப்படுகிருர்களே தவிர, மற்றவர்கள் எல்லோரும் அதை அதிகக் கஷ்டம் இல்லாமல் வழங்கி வருகிருர்கள். அநேக நடைமுறைக் காரியங்களில் 'மரம்' என்னும் மேற்கோளும் உபயோகமுள்ளது; அந்தப் பொருளின் பழைய சரித்திரத்தின் மூலமாக அது இன்னது என்று போதிய அளவு விவரமாக வரையறுக்கப்பட்டிருக்கிறது. மரத்தின் சில இரசாயன உருமாற்றங்கள் 'செல்லுலோஸ்', 'லிக்னின்' என்னும் இரண்டு பொருள்களின் மூலமாக முறைபடுத்திக் கூறப்படுகின்றன. அணுக்களையும் மூலக்கூறுகளில் அணுக்கள் அமைந்திருக்கும் ஒழுங்கையும் பற்றிய மனக்கோட் திட்டத்தின் மூலமாக இன்னும் லாபகரமான முறையிலும் அதை விளக்கக் கூடும். அப்படியிருந்த போதிலும், எலெக்டிரான்களையோ புரோட்டான்களையோ நியூட்டிரான்களையோ பற்றிக் கூறுவதால், மரத்தைக்கொண்டு ஒருவர் செய்யக்கூடிய காரியம் எதிலும் ஒரு சிறிதாவது லாபம், எனக்குத் தெரிந்த வரையில்,

---

எலெக்டிரான் - electron (எதிர்மின்-அணு) புரோட்டான் - proton. (நேர்மின்-அணு). நியூட்டிரான் – neutron. அனுஸ்வரங்கள் - overtones. செல்லுலோஸ் - cellulose. லிக்னின் - lignin. அணு - atom. மூலக்கூறு - molecule.

கிடையாது. (யுரேனியத்தைப்பற்றி ஒருவர் பேசுவதாயிருந்தால், அது வேறு கதை, சந்தேகமில்லை.)'

சுருங்கச் சொன்னால், விஞ்ஞானியின் மனக்கோட்திட்டங்களில் பலவற்றின் யதார்த்தத் தன்மையைப் பற்றிய வினா பல சிரமமான பிரச்சினைகளை எழுப்புகிறது. ஆனால் ஒரு மேஜையை அல்லது மரம் என்று நாம் சொல்லும் பொருளைப் பற்றிய விவேக ரீதியான மனக்கோளின் யதார்த்தத் தன்மையைப் பற்றிய பிரச்சினையைக் காட்டிலும் கஷ்டமானது வேறொன்றும் இல்லை. பாமரர்களுக்குப் போலவே விஞ்ஞானிகளுக்கும், அவர்கள் எச்சரிக்கையாக இல்லாவிட்டால், யதார்த்தத் தன்மையின் அளவைப் பற்றிய வினா அந்த மனக்கோளையோ அல்லது மனக்கோட்திட்டத்தையோ பற்றி அவர்களுக்கு ஏற்கெனவே உள்ள பழக்கத்தின் அளவைப் பெரும்பாலும் சார்ந்துள்ளதாகும். இந்தப் பழக்கத்தின் அளவும் இந்தக் கருத்து மிக நெடுங்காலமாக விளைவித்திருக்கும் பயன்களைச் சார்ந்துள்ளது. விவேக விஷயங்களில் போலவே விஞ்ஞானத்திலும், முன்கூட்டிச் சோதிடம் கூறுவதன் உறுதிப்பாடு அக்காரியம் எவ்வளவில் நிகழக்கூடிய தன்மை உடையதாக இருக்கிறது என்பதையே பொறுத்துள்ளதாகத் தோன்றுகிறது. நம்முடைய பெரும்பான்மை நடைமுறைக் காரியங்களில், 'தூக்கி எறிந்த கல் தரையை நோக்கி விழும்' என்பது போன்ற ஓர் உறுதியான விஷயத்தில் நம்முடைய கடைசிக் காசையும் பணயம் வைக்க நாம் தயார். நித்திய வாழ்க்கை நிகழ்ச்சிகள் சிலவற்றைப் பற்றி இவை 'நிச்சயமாகவே நடக்கும்' என்று நாம் முன்கூட்டிச் சோதிடம் கூறுவதுண்டு. அவைகள் எல்லாம் நேரக்கூடிய தன்மை அதிகம் பொருந்திய விஷயங்கள் என்று நாம் அறிந்தவை என்று

யுரேனியம் - uranium.

தத்துவஞானிகளில் ஒரு சாரார் சொல்லி வருகிறார்கள். அப்படி இருந்தாலும், முன் நடந்தவற்றைப் பற்றிய விவரணங்களும், நடக்கப் போவதைப் பற்றிய சோதிடங்களும், எந்த நிகழ்ச்சிக்குப் பின் எது தொடர்ந்து வரும் என்ற பொதுவான கூற்றுக்களும், ஆகிய எல்லாம் ஐயப்பாடுடைய சந்தேகப் பேர்வழிக்கு ஒன்றுதான். இந்தப் புத்தகத்தில் பத்தாம் அத்தியாயத்தில் வெவ்வேறு படியான ஐயப்பாடுகளின் விளைவுகளில் சிலவற்றைச் சுருக்கமாகக் குறிக்கப்படும். இக்காலத்து விஞ்ஞானி தம்முடைய சோதனைச்சாலையில் செயல் புரியும் முறையைப் புரிந்து கொள்ள வேண்டுமானால், மக்களும் பொருளும் நிரம்பிய உலகத்தின்மீது ஒரு ஜீவ-நம்பிக்கையும் (சாந்தாயனாவின் சொற்றொடர் இது), அதோடு விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிய ஓர் ஐயப்பாடும் சேர்ந்திருந்தால், விஷயம் தெரியவேண்டும் என்ற அவாவுள்ள வாசகர்களுக்கு மிக்க உபகாரமாயிருக்கும். எது எப்படியிருந்தாலும், புகழ் பெற்ற சில விஞ்ஞானிகளின் முயற்சிகளைப் பற்றிய பின்வரும் விருத்தாந்தங்களைக் கூறும்போது, நம்பிக்கையும் ஐயப்பாடும் சேர்ந்த அப்படிப்பட்ட ஒரு கலவையே அடிப்படையாக இருக்கும்.

அறிவுத் திரள்

'விஞ்ஞானம் என்றால் என்ன?' என்ற வினாவைப் பற்றிய சர்ச்சையை நிறுத்துமுன், மக்கட் செயல்களில் பரந்தவையான பல பெருந் தொகுதிகளைக் குறிப்பதற்கும் 'விஞ்ஞானம்' என்னும் சொல்லையே உபயோகிக்க விரும்புவோர்களுடைய கட்சியையும் நாம் கவனிக்க வேண்டும்.

ஜீவநம்பிக்கை - living faith. சாந்தாயனா - Santayana. அறிவுத் திரள் - accumulative knowledge.

விஸ்ஸென்ஷாப்ட் என்னும் ஜெர்மானியச் சொல் இப்பேர்ப்பட்ட பொருளிலேயே உபயோகிக்கப்படுகிறது. விஞ்ஞானம் என்ற சொல்லின் பிரயோகத்தைக் கட்டுப் படுத்துவது நல்லது என்று நான் நினைக்கிறேன்; இதற் குரிய காரணங்களை முன்னாலேயே சுட்டியிருக்கிறேன். அதைவிடப் பரந்த விஷயத் துறையைக் குறிப்பதற்கு 'அறிவுத் திரள்' என்னும் சொற்றொடரே சிறந்தது என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. 'அறிவுத் திரள்' என்ற தலைப் பின்கீழ் எல்லாப் பௌதிக விஞ்ஞானங்களையும் உயிரியல் விஞ்ஞானங்களையும், கணிதம், சங்கேதமுறைத் தர்க்கம், மொழி நூல், தொல்பொருட் கலை, மானுடக் கலை, சரித்திர ஆராய்ச்சியின் பெரும்பகுதிகள் ஆகியவற்றையும் அடக்கி விடமுடியும். சென்ற மூன்று நூற்றாண்டுகளில் இந்தக் கலைகள் பெரிதும் முன்னேற்றம் அடைந்திருக்கின்றன என்று தைரியமாகக் கூறலாம். தத்துவம், கவிதை, நுண் கலைகள் ஆகியவற்றைப் பற்றி இப்படிக் கூறமுடியாது. இதைப் பற்றி உங்களுக்குச் சந்தேகம் தோன்றி, அறிவியல் விஷயங்களில் ஏற்படும் முன்னேற்றத்துக்கு எப்படி ஒரு வரையறை கூறமுடியும் என்று நீங்கள் வினவினால், நீங்கள் ஒரு மானசிகமான காரியத்தைச் செய்ய வேண்டும் என்று கேட்டுக் கொள்வதே அதற்கு என் விடையாகும். நீங்கள் சந்தேகப்படும் விஷயங்களோடு முற்றொருமையுடைய பழங் காலப் பெரியோர்களை மீண்டும் உயிர்ப்பித்து அழையுங்கள். 'ஐயா! இக்காலக் காட்சியை நீங்கள் நன்றாகப் பாருங்கள். உங்களுடைய அபிப்பிராயத்தில், ஏதாவது முன்னேற்றம் இருப்பதாகத் தெரிகிறதா, இல்லையா என்று சொல்லுங்கள்'

விஸ்ஸென்ஷாப்ட் - *Wissenschaft.* சங்கேதமுறைத் தர்க்கம் - symbolic logic. தொல்பொருட் கலை - archaeology. மானுடக் கலை - anthropology. நுண் கலைகள் - fine arts.

என்று அவர்களைக் கேளுங்கள். கலிலீயோவோ, நியூட்டனோ, ஹார்வியோ, அல்லது மானுடக் கலையிலும் தொல்பொருட் கலையிலும் வழிகாட்டிகளாய் இருந்தவர்களோ அதற்கு என்ன பதில் கூறுவார்கள் என்பதைப்பற்றி ஒருவருக்கும் சந்தேகம் இருக்க முடியாது. மைக்கேல்-அஞ்சிலோ, ரெம்பிராண்டு, டான்டே, மில்ட்டன், கீட்ஸ் முதலியோர் கூறும் விடை முற்றும் வேறு மாதிரியாக இருக்கும். தாமஸ் அக்வினஸ், ஸ்பினோஸா, லாக், கான்ட் ஆகியோர் கூறும் விடை இன்னும் வேறு மாதிரியாக இருக்கும். தாம் ஒரு சிருஷ்டி கர்த்தாவாக விளங்கிய பூர்வ காலத்தோடு ஒப்பிட்டால், இக்காலத்துக் கலையோ கவிதையோ தத்துவ-ஞானமோ முன்னேறியிருக்கிறது என்று ஒரு குறிப்பிட்ட ஓவியரோ அல்லது கவியோ அல்லது தத்துவஞானியோ நினைப்பாரா, அல்லது அது பின்னடைந்திருக்கிறது என்று அவர் நினைப்பாரா என்று நாம் நாள் முழுதும் வழக்குப் பேசலாம். அப்படிச் செய்தான பின்பும் நமக்குள் ஓர் ஒருமைப்பாடும் ஏற்படாது. இதைக் காட்டிலும் மற்றொரு விசேஷம் என்ன என்றால், இக்காலத்தில் ஆதிக்கம் பெற்றுள்ளதாயும் பெரும்பான்மையோர் வெளியிடக்கூடியதாயுமுள்ள அபிப்பிராயத்துக்கும் ஐம்பது வருஷங்களுக்கு முன்னால் வாழ்ந்தோர்களின் இடையே மேலோங்கி நின்றிருக்கக்கூடிய அபிப்பிராயத்துக்கும் யாதொரு ஒற்றுமையும் காணப்படாது என்பதுதான்.

அறிவியல் காரியத் துறையை வரையறுப்பதற்கு ஏற்ற முறையாக முற்போக்கு என்னும் மனக்கோளை ஏற்படுத்திக்கொள்வது மிகவும் அபாயகரமானது என்பதை

கலிலீயோ–Galileo. நியூட்டன்-Newton. ஹார்வி-Harvey. மைக்கேல்-அஞ்சிலோ-Michael-Angelo. ரெம்பிராண்டு-Rembrandt. டான்டே-Dante. மில்ட்டன்-Milton. கீட்ஸ்-Keats. தாமஸ் அக்வினஸ்-Thomas Acquinas. ஸ்பினோஸா-Spinoza. லாக்-Locke. கான்ட்-Kant.

நான் ஒப்புக்கொள்ளுகிறேன். ஆகையால், என்னுடைய வகைப்பாட்டு முறையில் உயர்ந்த பதவி என்றோ தாழ்ந்த பதவி என்றோ பதவிகள் இருப்பதாகக் குறிப்பாகக்கூட நான் சுட்டவில்லை என்பதை முதலிலேயே சொல்லி விடுகிறேன். முன்னேற்றம் அல்லது முற்போக்கு என்னும் சொற்களுக்கு நான் யாதொரு கிரீடமும் வைக்கப்போவதில்லை; நான் செய்வது அதற்கு நேர் எதிரிடையான காரியம். மானுடப் பிறவிகள் என்னும் நிலையில் நம்முள் ஒவ்வொருவருக்கும் ஒவ்வொரு துறையும் எவ்வளவு முக்கியமானது என்பதைக்கொண்டு பார்த்தால், நான் அறிவுத் திரள் என்று வரையறுத்த துறைகளுக்குப் புறம்பாக உள்ள துறைகளே மற்றவைகளைவிட மிகவும் உயர்ந்தவை என்று நான் மதிப்பேன். இந்தக் கருத்தை விவரிக்கப் புகுந்தால், எடுத்துக் கொண்ட விஷயத்தை விட்டு மிகவும் விலகிச் செல்லவேண்டி வரும். ஆகையால், நான் இப்பொழுது இரண்டே இரண்டு வினாக்களைக் கேட்டால் போதுமானது. இக்காலத்தில் நிகழ்த்தப்படும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகள் நம்முடைய தினசரி வாழ்க்கையில் நாம் தீர்மானிக்கவேண்டிய முக்கியமான விஷயங்களில் ஆதிக்கம் உடையவைகளாக எத்தனை தடவைகளில் காணப்படுகின்றன? நம்மை யறிந்தும் நம்மையறியாமலும் பல வருஷ காலமாகப் பருகிய தத்துவ ஞானம் கவிதை ஆகியவற்றின் ஆதிக்கத்தை எத்தனை தடவைகளில் நம்முடைய செயல்கள் வெளிக்காட்டாமல் இருக்கின்றன? எழுத்தறிவுள்ள மக்களுடைய எண்ணங் களையும் செயல்களையும் தம் மனம்போல் உருவாக்க ஒரு சர்வாதிகாரி விரும்பினால், அவர் விஞ்ஞானிகளையும் பண்டி தர்களையும் ஒன்றும் செய்யாமல் விட்டுவிட்டால் பாதகம் ஒன்றுமில்லை; ஆனால், தத்துவஞானிகளையும் எழுத்தாளர்

களையும் கலைஞர்களையும் அவர் அவசியமாகத் தம்முடைய பக்கத்துக்குக் கவர்ந்தாகவேண்டும்; அல்லது அவர்களை அழித்தாகவேண்டும்.

அறிவிலும் நடைமுறையிலும் அபிவிருத்தி

இது நிற்க, அறிவுத் திரளைப் பற்றிய விஷயத்தை மீண்டும் கவனிப்போம். மானுட முயற்சியின் இந்தத் துறையின் எல்லைகளை அவைகளின் முற்போக்கைக் கொண்டோ அல்லது முற்போக்கு இல்லாமையைக் கொண்டோ அளவிடவேண்டும் என்று இருக்குமானால், நடைமுறை அறிவையும் கோட்பாட்டறிவையும் மிகப் பெரும் அளவில் நாம் சேர்த்துக் கொள்ளவேண்டாமா? சந்தேகமில்லாமல் சேர்த்தாகவேண்டும். மக்கட் காரியங்களைப் பற்றிக் கூறும்பொழுது அபிவிருத்தி என்னும் சொல்லை வழங்கினால், பள்ளிப் படிப்பு இல்லாதவர்களுக்கு அச் சொல்லானது, செயற்கை-மருந்துகள், மோட்டார்கார் ரேடியோ முதலியவற்றைப் பற்றிய எண்ணங்களையே சட்டென்று எழச் செய்யுமே தவிர, நியூட்டனின் மூன்று இயக்க விதிகளையோ, சக்திக்கொத்துக் கோட்பாட்டையோ, அல்லது ஐன்ஸ்டைனுடைய சமன்பாட்டையோ நினைப்பூட்டுவதில்லை. நடைமுறைக் கலைகளில் ஏற்படும் அபிவிருத்திக்கும் விஞ்ஞானத்தில் ஏற்படும் முன்னேற்றத்துக்கும் உள்ள பேதம் மீள மீளக் கூறப்படும் விஷயங்களில் ஒன்று. புதிதாக ஒன்றை இயற்றுவதற்கும் விஞ்ஞானத்தில் புதிதாக ஒன்றைக் கண்டுபிடிப்பதற்கும் உள்ள வித்தியாசம், சில உதாரணங்களைக் கவனித்தால், அற்பமானது

நடைமுறை அறிவு-practical knowledge. கோட்பாட்டறிவு-theoretical knowledge. செயற்கை மருந்துகள் - synthetic drugs. மூன்று இயக்க விதிகள் - Newton's Three Laws of Motion. சக்திக்கொத்துக் கோட்பாடு - Quantum Theory. ஐன்ஸ்டைனின் சமன்பாடு-Einstein's Equation.

என்றே தோன்றலாம். ஆனல் நடைமுறைக் கலையின் சரித்திரத்துக்கும் விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சிக்கும் உள்ள வித்தியாசம் தெரியாமல் ஒரு மனக் குழப்பம் ஏற்பட்டால், விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிப் பல தவருன அபிப்பிராயங்கள் உண்டாவதற்கு அது காரணமாகும். இயந்திர அமைப்புக் களிலோ, அல்லது (உலோகக் கலை அல்லது சோப்புச் செய்தல் போன்ற) இரசாயனச் செயல் முறைகளிலோ ஏற்படும் முன்னேற்றங்களுக்கும் விஞ்ஞான முன்னேற்றங் களுக்கும் இடையேயுள்ள பேதம் பின்வரும் பக்கங்களில் சற்று விரிவாகக் கவனித்து ஆராயப்படும். உயிரியல் விஞ் ஞானங்களில் விஞ்ஞான முற்போக்கோடு கைத்தொழில் சம்பந்தப்படவில்லை; வர்த்தகமும் விவசாயமும் ஒருபுறமும் வைத்தியம் மற்றொரு புறமுமாகவே அதோடு சம்பந்தப் பட்டிருக்கின்றன.

நெடுங்காலமாக நடைமுறைக் கலைகள் விஞ்ஞானத் தைக் காட்டிலும் விரைவாக முன் சென்று வந்தன. மிகச் சமீப காலத்தில், சில வருஷங்களாகத்தான், நடைமுறை விஞ்ஞானத்துறையைப் பாதிக்கும் அளவைக் காட்டிலும், விஞ்ஞானத்துறையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்கள் நடைமுறையைப் பாதிக்கும் அளவு அதிகமாக இருந்திருக் கிறது. காலஞ்சென்ற பேராசிரியர் எல். ஜே. ஹென் டர்ஸன் '1850-ம் வருஷத்துக்கு முன்னல் விஞ்ஞானம் நீராவி-எஞ்ஜினுக்குச் செய்த உதவியைக் காட்டிலும் நீராவி-எஞ்ஜின் விஞ்ஞானத்துக்குச் செய்திருந்த உதவி அதிகம்' என்று அடிக்கடி சொல்வது வழக்கம். ஆயினும், நாகரிகத்தின் உதயகாலம் முதல், நடைமுறைக் காரியங் களைச் செய்துவரும் பொருட்டே அறிவானது திரட்டப்

இயந்திர அமைப்புக்கள் - mechanical contrivances. உலோகக் கலை metallurgy. எல். ஜே. ஹென்டர்ஸன்-L. J. Henderson.

பட்டும் வகைப்படுத்தப்பட்டும் சங்கிரகிக்கப்பட்டும் வந்திருக்கிறது என்பதில் சந்தேகமே இருக்க முடியாது. இந்த முன்னேற்றங்களின் சரித்திரத்தை ஆராய்வதால், விஞ்ஞான யுக்திகளையும் தந்திரத்தையும் பற்றித் தெரிந்து கொள்ளக்கூடிய விஷயம், ஒப்புநோக்கினால், அவ்வளவு அதிகம் இல்லை. ஏனென்றால் அவைகள் இல்லாவிட்டால் விஞ்ஞானம் தோன்றியே இராது என்றிருந்த போதிலும் அவைகள் விஞ்ஞானத்தின் பகுதிகள் ஆக மாட்டா.

அதைப் போலவே, அரசாட்சிக் கலையிலும், குற்றவாளிகளை நடத்தும் முறைகளிலும், கல்வியைப் பரப்புவதிலும், சமமில்லாமல் இருந்துவரும் வாய்ப்புக்களை மட்டுப்படுத்துவதிலும், பொதுவாக சமூகச் சீர்த்திருத்தத்திலும் சில நாட்டு மக்கள் சமீப நூற்றாண்டுகளில் பெற்றுள்ள அபிவிருத்தியானது சமூக-விஞ்ஞானங்களின் பகுதி ஆகாது என்று விவாதம் செய்யலாம். (சிற்சில சமூக மாறுபாடுகள் விரும்பத்தக்கவைகளா என்பதைக் குறித்து இக்காலத்தில் ஒருமைப்பாடு குறைந்திருப்பதாகத் தோன்றிய போதிலும்) உற்பத்தி முறைகளிலும் போக்குவரவு முறைகளிலும் காணப்படும் அபிவிருத்திகள் பௌதிக விஞ்ஞானங்களோடு என்ன என்ன உறவுகளை உடையவையாய் இருக்கின்றனவோ அதே வகையான உறவுகளையே மேலே கூறிய மாறுபாடுகள் மானுட விஞ்ஞானத்தோடு உடையவையாய் இருக்கின்றன. இந்த உபமிதி சரியானால், கம்மியர்கள் விவசாயிகள் ஆகியோரின் அன்றாடச் செயல்களிலிருந்து பௌதிக விஞ்ஞானங்களும் உயிரியல் விஞ்ஞானங்களும் பரிணமித்துள்ள முறைகளைச் சமூக விஞ்ஞானங்களின் முறைகளில் அக்கறை கொண்டவர்கள் தெரிந்து

சமூக விஞ்ஞானங்கள் - social sciences. கம்மியர் - artisans. மானுட விஞ்ஞானம் - Science of man.

கொள்வார்களானால், அது அவர்களுக்குப் பயன் அளிப்பதாக இருக்கும். அநுபவ ரீதியிலுள்ள முற்கால நடைமுறைகளிலிருந்து நவீன வைத்தியம் பரிணமித்திருப்பதை ஆராய்வது விசேஷமான பயனைத் தரக்கூடும்.

இங்கே விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிக் கொடுத்துள்ள வரையறை மானுடக் கலையை ஒதுக்குவதாக இல்லை என்பதைக் கவனித்திருப்பீர்கள். ஆயினும் சமூக விஞ்ஞானங்களின் பிரச்சினைகளையோ முறைகளையோ பற்றிய சர்ச்சையில் நான் நெடுந்தூரம் துணிந்து இறங்கப் போவதில்லை. பின்வரும் பக்கங்களில், அநேகமாக மற்றவைகளைக் கவனிக்காதபடி, பௌதிக விஞ்ஞானங்களையும் உயிரியல் விஞ்ஞானங்களையுமே நான் கவனிக்கப் போகிறேன். ஆயினும், பண்டை ஆராய்ச்சி சம்பந்தமாக (அத்தியாயம் பத்து) விஞ்ஞானத்திற்கும் சரித்திரத்திற்கும் உள்ள வித்தியாசத்தைக் காட்டத் துணிவேன். இப் பேதம் உண்மையான பேதமானால், பள்ளிக் காரியங்களில் 'சமூக விஞ்ஞானங்கள்' என்னும் தலைப்பின்கீழ் அடங்கும் கல்வி விஷயங்களுக்கு அது பொருத்தமாக இருக்கலாம். அறிவுத் திரளின் பரப்பு முழுவதையும் பலவகையாகப் பகுக்கலாம்; அப்போது கணிதத்தைப்போல் சரித்திரத்துக்கும் ஒரு தனி ஸ்தானத்தை அளிக்கவேண்டும் என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. ஆனால் எந்த வகைபாட்டு முறையிலும் நிச்சயமில்லாப் பகுதிகள் இருந்தே தீரும். உதாரணமாக உளநூல், சாதாரணமாக, உயிரியல் விஞ்ஞானம் என்றும் சமூக விஞ்ஞானம் என்றும் இருவகையாகக் கருதப்படுகிறது. அதைப் போலவே, மானுடக் கலையை உயிரியலோடாவது சமூக இயலோடாவது உறவுள்ளதாகக் கருதலாம். மனிதனை ஆராய்வது எந்த அளவுக்கு மற்றப் பிராணிகளை

அநுபவ ரீதியிலுள்ள - empirical. வகைபாட்டு முறை - classification.

ஆராய்வதை ஒத்திருக்கிறதோ, அந்த அளவுக்கு உயிரியல் விஞ்ஞானிகளின் முறைகள் யாவும் அவ்வாராய்ச்சிக்குப் பொருத்தமாக இருக்கும் என்பது தெளிவு. இதற்கு மறுபுறமாக, சமூக-உள நூலும், சமூக-மானுடக் கலையும், சமூக-நூலும், மானுட உறவுகளை ஒட்டிய கலையில் புதிய மனக்கோள்களையும் புதிய முறைகளையும் கொணர்வதற்கான முயற்சிகளாகவே தோன்றுகின்றன. ஆகையால், அவற்றைத் தனிப்பட்ட சிறந்த முயற்சிகளாகக் கருதக் கூடும். இப்படிப் பிரயோகிக்கப்படும் செயல்முறைகளுக்கும் இயற்கை விஞ்ஞானங்களுக்கே உரியவையான தனிப்பட்ட முறைகளுக்கும் எவ்வளவில் ஒருபோகு நிலை இருக்கிறது என்பது இன்னும் முற்றும் முடிவு பெறாத விவகாரமாக இருந்து வருகிறது. கடைசி அத்தியாயத்தில் அதைப் பற்றி மறுபடியும் கவனிக்கப் போகிறேன்; அங்கு மனிதன் சமூக வாழ்வை நாடும் ஒரு பிராணி என்னும் நிலையில் அவனை விஞ்ஞான முறையில் ஆராய்வதற்கு அதிகமான ஆதரவு அளிக்கப்பட வேண்டும் என்று கேட்டுக் கொள்வேன். இந்த முயற்சியில் முற்போக்கு உண்டாகும் என்று உறுதியோடு எதிர்பார்க்கும் நாம் எல்லோரும் இயற்கை விஞ்ஞானங்களுக்கும் இதற்கும் ஒருவகையான உபமிதி இருப்பதாக நம்புகிறோம். அப்படி இருப்பது உண்மையானால், இப் புத்தகத்தில் எடுத்துக்கூறப்பட்ட நிகழ்ச்சி-வரலாறுகள் யாவும் பௌதிகத்தையும் இரசாயனத்தையும் உயிரியலையும் பற்றி மட்டுமே இருந்த போதிலும், மனிதனையும் மனித சிருஷ்டியான சமூகங்களையும் இன்னும் நன்கு புரிந்துகொள்ளுவதில் நாட்டமுடைய ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கும் அவை பயனுள்ளவைகளாக இருக்கலாம்.

உள நூல் - psychology. மானுடக்கலை - anthropology. சமூக நூல் - sociology. ஒருபோகு நிலை - parallelism. நிகழ்ச்சி வரலாறுகள் - cases.

விஞ்ஞான முறை எனப்படுவதைப் பற்றி

இதுவரை விஞ்ஞானத்துக்கு ஒரு வரையறை கூற முயன்றோம். இனி அதைக் காட்டிலும் விவகாரத்தில் குறைவுபடாததான விஞ்ஞான முறைகள் என்னும் விஷயத்தைப் பார்ப்போம். கற்றறிந்தோர்-உலகத்தில் நிகழும் காரியங்களையெல்லாம் உள்ளடக்கிக் கூறுவதற்கு விஞ்ஞானம் என்னும் சொல்லை உபயோகிப்பது நலம் என்று சிலர் கூறுகிறார்கள். விஞ்ஞான முறை என்று ஒன்று இருக்கிறது என்று அவர்கள் நம்பத் தயாராயிருக்கிறார்கள். வாஸ்தவத்தில், சிலர் இதைக் காட்டிலும் அதிகம் முற்சென்றிருக்கிறார்கள். அவர்கள் ஒரே ஒரு முறை மட்டுமே இருக்கிறது என்று கட்சி சொல்வதோடு, அந்த முறை மிகப் பரந்தவையான எல்லா நடைமுறைக் காரியங்களிலும் பயன்படக்கூடியது என்றும் நம்பி வருகிறார்கள். உதாரணமாக, ஒரு புகழ்பெற்ற அமெரிக்க உயிரியல் நிபுணர் சில காலத்துக்கு முன் சொன்னதைப் பாருங்கள். 'விஞ்ஞானத்திலும் விஞ்ஞானத் தனி முறையிலும் நன்கு பயிற்சி பெற்ற ஆடவரும் பெண்டிரும் கிட்டத்தட்டத் தானியங்கு செயலாகவே, "இதற்குச் சான்று என்ன?" என்று கேட்பது வழக்கமாகி விட்டது.' அவர் குறிப்பிட்டது விஞ்ஞான விஷயங்களைப்பற்றி அன்று; நமது தினசரி வாழ்க்கையில் கைத்தொழிற் சாலைகளிலும், உத்தியோக நிலையங்களிலும், அரசியல் கூட்டங்களிலும் நமக்கு எதிர்ப்

விஞ்ஞானத் தனி முறை - scientific method. *தானியங்கு செயலாக* - automatically.

படும் தொந்தரவான பிரச்சினைகளைப் பற்றியே அவர் இவ்வாறு கூறினர்.

இப்படி ஒரு விவரணத்தை அவர் தெளிவாகக் கூறியபோது, அதற்குரிய சான்றுகள் அவருக்கு எங்கே கிடைத்தன என்று நம்மால் கேட்காமலிருக்க முடிவதில்லை. ஆனல் இப்படிக் கேட்பது பேச்சில் வெல்வதற்குச் சிலர் கையாளும் முறையைப்போல் இருக்கிறது. மேற்சொன்ன விவரணத்திலுள்ள விசேஷம் என்னவென்ருல், **விஞ்ஞான இலக்கணம்** என்னும் நூலில் பியர்ஸன் கூறிய விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிய பகுத்தாராய்வு மிகத் திருத்தமானது என்பதில் ஒரு விடாப்பிடியான நம்பிக்கையை அது காட்டுவதே யாகும். அந்த நூல் முழுவதிலும் கார்ல் பியர்ஸன் விஞ்ஞானம் என்பது உண்மைகளின் வகைபாடு என்று குறிப்பிடுகிருர். முதல் அத்தியாயச் சுருக்கத்தில் அவர் எழுதியது பின்வருமாறு: 'கீழ்க்கண்ட சிறப்பு-இயல்புகள் விஞ்ஞான முறைக்கு அறிகுறிகளாகும்: (அ) உண்மைகளை ஜாக்கிரதையாகவும் திருத்தமாகவும் வகைபாடு செய்தலும், அவைகளில் ஒன்றுக்கொன்றுள்ள இலக்கணப் பொருத்தங்களையும் முன் பின் வரிசைமுறையையும் கவனித்துக் குறித்தலும்; (ஆ) சிருஷ்டிப் பண்புடைய கற்பனையின் உதவியால் விஞ்ஞான விதிகளைப் புதிதாகக் கண்டுபிடித்தல்; (இ) தன்னிடத்துக் குறை காணுதலும், சாதாரண நிலையில் உள்ள எல்லா மனங்களுக்கும் சம உறுதிப்பாட்டை அளிக்கும் தன்மை பெற்றிருத்தலும்; இது இறுதியானது, உரைகல்லைப் போன்றது. (ஆ) ஐயும் (இ) ஐயும் ஒருவரும் அதிகமாகக் குறைகூறுவதற்கில்லை; ஏனென்ருல், இவ்வகையாகச்

விஞ்ஞான இலக்கணம்-*The Grammar of Science*. கார்ல் பியர்ஸன்-Karl Pearson. இணக்கப் பொருத்தம் - correlation. விவரணம் - statement.

சுருக்கிக் கூறப்படும் விவரணங்களெல்லாம் கட்டாயமாக நிரம்பாக் குறைகள் உடையவைகளாகத்தான் இருக்கும்; ஆனால், (ஆ) ஐ நான் கொஞ்சங்கூட ஒப்புக்கொள்ள முடியாது; இந்த வாக்கியத்தில் வெளியிட்டுள்ள நோக்கு முறைதான் பியர்ஸன் செய்யும் சர்ச்சை முழுவதிலும் ஆதிக்கம் பெற்றுக் காண்கிறது. விஞ்ஞான நுண்-ஆராய்ச்சி களில் மிகச் சிறிதே பயிற்சி உள்ளவர்களோ அல்லது நேர் முகமான பயிற்சியே இல்லாதவர்களோ பிரசித்திபெற்ற இந்த நூலைப் படித்தால், விஞ்ஞானத்தின் முறைகளைப் பற்றி முற்றும் ஏமாற்றம் அடைவார்கள் என்றுதான் வாஸ்தவத்தில் எனக்குத் தோன்றுகிறது.

படிப்பதற்கு இவ்வளவு நன்றாக இருக்கும் இந்த நூலில் சொல்லப்படுவது போல், விஞ்ஞானம் என்பது அவ்வளவு எளிதாக இருக்குமானால், சர்வ-சாதாரணமான சிற்சில விஷயங்களில் விஞ்ஞானிகளுக்குத் தெளிவு ஏற்படுவதற்கு முன், அவ்வளவு நெடுங்காலமாக அவர்கள் தடுமாறியது ஏன்? பதினேழாம் நூற்றாண்டின் முடிவில் நியூட்டனின் பிரசித்திபெற்ற முயற்சி முற்றுப்பெற்றுப் விட்டது. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் முதற் பத்தாண்டு களில் பிரான்சிலும் இங்கிலாந்திலும் வாழ்ந்த பண்பாடு பெற்ற நாகரிக மக்கள் சூரிய மண்டலத்தைப் பற்றி ஒருவரோடொருவர் பேசிவந்த மாதிரியும் இன்று பள்ளிக் கூடத்தில் கற்றுக்கொடுக்கப்படும் விஷயங்களும் கிட்டத் தட்ட முழுதும் ஒன்றையொன்று ஒத்திருந்தன. இயக்க விதிகளும் இயந்திரத் துறையில் அவை பயன்படும் தன் மையும் எங்கும் பரக்க அறியப்பட்டிருந்தன. இவை யாவும் இப்படியிருந்தபடியால், விஞ்ஞானப் பிரச்சினைகளைப் பற்றி மக்கள் பலரும் சிந்திக்கத் தொடங்கியவுடனேயே,

---

நுண்-ஆராய்ச்சி - investigation. சூரிய மண்டலம் - Solar System.

தகனம் என்ற சாதாரண நிகழ்ச்சியையும் இதைப் போன்ற தெளிவான வகையில் முறைபடக் கூறியிருப்பார்கள் என்று நாம் நினைக்கலாம். ஆனால், 1780ஐ அடுத்த ஆண்டுகள் வரை தகனத்தில் ஆக்ஸிஜன் புரியும் செயல் இன்னதென்று கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை. உயிர் சுயமாகவே உற்பத்தியாகிறதா என்ற மற்றொரு பிரச்சினையும் முதலில் பலமாக விவாதிக்கப்பட்டு வந்தது: 1870ஐ அடுத்த ஆண்டுகள் வரையிலும் இதுவும் முடிவடையாத வினாவாக இருந்தது. இன்ன காரணத் தொகுப்புக்களால் பரிணமம் நிகழ்ந்திருக்கக்கூடும் என்று டார்வின் ஒரு கொள்கையை வெளியிட்டார். அக்கொள்கையின் மூலம், பரிணம வாதத்தைப் பற்றிய ஒரு பொதுக்கருத்து திருத்தமானது என்று முதலில் தம்மையும், பின்னர் விஞ்ஞான உலகத்தையும், அதற்கும் பின்னர் கற்றறிந்தோர் உலகத்தையும் அவர் நம்பச் செய்தார். இந்நாளில் உயர்தரத் தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றின் பரிணம வளர்ச்சியை ஒட்டிய அடிப்படைக் கருத்து, அநேகமாக ஆட்சேபிப்போரே இன்றி நிலவி வருகிறது. ஆனால் டார்வின் குறிப்பிட்ட காரணத் தொகுப்பைக் கவனித்தால், ஒரு புதுக்கொள்கை பரிணமித்துவிட்டது என்று சொல்லக்கூடிய அளவுக்கு அது மிகவும் மாற்றப்பட்டுவிட்டது. இந்தக் கிரகத்தில் உயிர் முதன்முதலில் எப்படித் தோன்றிற்று என்னும் பிரச்சினையின் முடிவு டார்வின் நாளில் எவ்வளவில் தெரியப்படாமலிருந்ததோ அவ்வளவிலேயே அது இக்காலத்திலும் இருந்து வருகிறது.

விஷயங்களைக் கவனித்துக் குறிப்பதில் ஏற்படும் பல தவறுகள், வழி பிசகச் செய்யும் பொதுக்கூற்றுக்கள்,

---

தகனம் - combustion. முறைபடக்கூறு - formulate. ஆக்ஸிஜன் - Oxygen. உயிர் சுயமாக உண்டாதல் - Spontaneous generation. டார்வின் - Darwin. பரிணம வளர்ச்சி - evolutionary development.

போதாத்தன்மையுள்ள முறைபடக் கூற்றுக்கள், தம்மை அறியாமல் ஏற்படும் தரபிப்பிராயங்கள் என்னும் அடர்த்தி யான புதர்களுக்கு இடையே. ஒவ்வொரு தலைமுறையிலும் மிகத் திறமை பெற்ற விஞ்ஞானிகளும் தட்டுத் தடுமாறி முட்டிப் புகவேண்டியிருக்கிறது. பாடப் புத்தகங்களி லிருந்து விஞ்ஞான அறிவைப் பெற விரும்புபவர்கள் இப்படிப்பட்ட சிரமம் இருக்கிறது என்பதை மிகவும் அரிதாகவே உணருகிறார்கள். விஞ்ஞான முறை எனப் படுவதை விளக்குவோர்களில் சிலர், பரிசோதனைக் கவனக் குறிப்புக்களின் தர்க்க ரீதியான விஷயங்களை மட்டுமே கண்டு மயங்கிப்போய், அவைகளின் உள-இயல் விஷயங் களால் கவர்ச்சியுறாதவர்களாக இருக்கிறார்கள்; அவர்கள் இந்தச் சிரமத்தைப் பெரும்பான்மையும் கவனிக்காமலே விட்டுவிடுகிறார்கள். நான் கூறிய வரையறையின்படி, விஞ்ஞானம் என்பது இவர்கள் நினைப்பதைக் காட்டிலும் மிகப் பெரிதான அறிவுத் திரளின் ஒரு பகுதியைக் குறிக் கிறது. இந்தச் சட்டகத்துள் அடங்கும் கோட்பாட் டாராய்ச்சிகள், செய்முறை ஆராய்ச்சிகள் ஆகியவற்றின் பொது இயல்பு—அதாவது ஒரு முற்போக்கு நிகழ்கிறது என்னும் உணர்ச்சி—நம்முடைய அறிவை முன்னேறச் செய்தவர்களின் காரியங்கள் என்ன என்பதைப் பற்றி யாதொரு துப்பையும் அளிப்பதில்லை. கணிதம், சரித்திரம், தொல்பொருட் கலை, மொழி நூல், உயிரியல், பௌதிக இயல் ஆகிய துறைகளிலுள்ள நிபுணர்கள் அனைவரும் முற்போக்கை இயற்றியிருக்கிறார்கள். அவர்கள் பின்பற்றிய வழிகளை ஒரு சில தர்க்க விதிகளில் அடக்கி முறைபடக் கூற முயன்றால், பற்பல வகையாக இருக்கும் இம் முயற்சி களிலுள்ள ஒரு ஜீவ-தத்துவத்தைக் கவனிக்காமல் புறக்

மொழி நூல் - philology. ஜீவதத்துவம் - vitality.

கணிப்பதாகும். 'பரிசோதனையின் மூலமாகக் கொண்ட மனக்கோள்கள், மனக்கோட் திட்டங்கள்' ஆகியவற்றின் (இதுவே பரிசோதனை-விஞ்ஞானம்) வளர்ச்சியை ஒட்டிய துறை மிகக் குறுகிய துறை. ஆயினும் அதனுள்ளும் மார்க்கதரிசிகள் கையாண்ட முறைகளை மிக எளிதாக்கிக் கூறும் விருத்தாந்தங்களைக் கேட்டு மயங்கிப்போவது எளிது.

வாஸ்தவத்தில், விஞ்ஞானக் காரியங்களைப் பற்றிக் கூறப்படும் எந்த வரையறையையும் 'இது மிகவும் எளிதாக்கப்பட்டு விட்டது' என்று ஏளனம் செய்வது எளிது. ஆனால் அந்த வரையறையைக் காட்டிலும் சிறந்ததான வேறொரு வரையறையைக் கூறுவது சிரமம். ஆயினும், ஒரு விஷயத்தில் இயற்கை விஞ்ஞானங்களைப் பற்றிக் கூறும் நவீன சரித்திரக்காரர்கள் அநேகமாக எல்லாருமே ஒன்று பட்டு, கார்ல் பியர்ஸனுக்கு எதிர்க் கட்சியில் இருப்பார்கள் என்று நம்புகிறேன். 'இது ஒன்றுதான் விஞ்ஞான முறை' என்று சொல்லக் கூடியதாக யாதொரு தனி முறையும் கிடையாது; அப்படி ஒன்று இருக்குமானால், பௌதிகம், இரசாயனம், உயிரியல் இவற்றின் சரிதங்களைப் பரிசீலனை செய்யும்போது, அந்த முறை நிச்சயமாகத் தெரிந்துவிடும். ஏனென்றால், நான் முன்னமேயே சுட்டிக் காட்டியபடி, பௌதிகம், இரசாயனம், பரிசோதனை-உயிரியல் என்னும் துறைகளில் காணப்படும் முற்போக்கே ஒவ்வொருவருக்கும் விஞ்ஞானியின் செயல்முறைகளில் ஓர் உறுதியான நம்பிக்கையை உண்டாகச் செய்கிறது; இதை யாரும் மறுக்கமாட்டார்கள். ஆயினும், இந்த விஷயங்களை எவ்வளவு ஜாக்கிரதையாகப் பரிசீலனை செய்தபோதிலும், இந்தத் துறைகளில் மகா நிபுணர்களாயிருந்தவர்கள் புதிது புதிதான விஷயங்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு இந்த ஒருதனி

மார்க்கதரிசி - pioneer.

முறையைத்தான் கையாண்டார்கள் என்று சொல்லக்கூடிய தான முறை ஒன்றையும் நம்மால் காணமுடிவதில்லை.

பதினேழாம் நூற்றுண்டில் பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தின் பிறப்பு

பதினேழாம் நூற்றுண்டில் திடீரென்று கிளர்ந்தெழுந்த சுறுசுறுப்பை அக்காலத்தில் வாழ்ந்தவர்கள் 'புதிய தத்துவ-ஞானம்' என்றுவது, பரிசோதனைத் தத்துவ-ஞானம்' என்றுவது குறிப்பிட்டார்கள். விஞ்ஞான சரித்திரத்தை நான் தெரிந்துகொண்ட அளவில், எண்ணம் செயல் ஆகியவற்றின் மூன்று பிரவாகங்கள் ஒன்று கூடியதன் விளைவாக இந்தச் சுறுசுறுப்புப் பிறந்தது. இப்பிரவாகங்களை (1) கற்பனைச் சிந்தனை (2) ஊகமுறை அனுமானம் (3) வெட்டிப்-பார்த்தல் அல்லது அனுபவ வாயிலான பரிசோதனை என்று குறிப்பிடலாம். இவற்றுள் முதல் இரண்டுக்கும் சிறந்த உதாரணங்களாக மத்திய காலத்துக் கற்றோர்களின் நூல்களைக் கூறலாம். பதினேழாம் நூற்றுண்டு முதல் பதினேழாம் நூற்றுண்டு வரை சட்டம், வேதாந்த-சாஸ்திரம் என்பவைகளின் போதகர்களும் பொதுப்படையான கருத்துக்களை நியாயமாக ஒழுங்குபடுத்துவதையும் தர்க்கரீதிகளை வளர்ப்பதையும் பற்றியுமே அக்கறை கொண்டவர்களாக இருந்தார்கள். அப்படிச் செய்யும்போது, பண்டைக்காலக் கிரேக்கர்களின் தத்துவ-ஞானக் கருத்துக்களையும் கணிதக் கருத்துக்களையும் அவர்கள் ஓரளவு விஸ்தரித்து வந்தார்கள்; இயந்திர விஞ்

புதிய தத்துவஞானம் - new philosophy. பரிசோதனைத் தத்துவ ஞானம் experimental philosophy. கற்பனைச் சிந்தனை - speculative thinking. ஊகமுறை அனுமானம் - deductive reasoning. வெட்டிப்பார் - cut-and-try. அனுபவ முறை - empirical. வேதாந்த சாஸ்திரம் - theology.

ஞானத்துக்கும் அடிகோலினர்கள். இதுவே பௌதிக நூல் முதன்முதலில் புது ஆடை போர்த்திக் கிளைத்த கிளை.

தள-ஜியோமிதியைப் பள்ளிக்கூடத்தில் படித்த அனுபவத்தை மீண்டும் நினைவுபடுத்திக் கொண்டால் ஊகமுறை அனுமானத்திற்கு ஓர் எளிதான உதாரணம் அகப்படும். ஜியோமிதியில் சிற்சில ஒப்புக்கோள்களாவது அல்லது வெளிப்படை உண்மைகளாவது கொடுக்கப்படுகின்றன. பின்பு, தர்க்க ரீதியான ஊகத்தால் அவற்றிலிருந்து பல முடிவுகள் கிடைக்கின்றன. அதைப்போலவே அவற்றைக் காட்டிலும் ஒழுங்குபாடும் விறைப்பும் குறைந்த புதுக் கருத்துக்களை—கற்பனைக் கருத்துக்களை—தர்க்க முறைகளின் மூலம் கையாள முடியும்; ஆனால், கணித அனுமானங்கள் பெரும்பான்மையும் நெறி பிசகாத் தன்மையை உடையவையாய் இருப்பது போல அவை இருப்பதில்லை. பொதுப்பட்ட கற்பனைக் கருத்துக்களைச் சர்ச்சை செய்வதும், கணிதத்தை மேலும் நுணுக்கமாகச் கையாளுவதும், தம் அளவில் போதியவையாக உள்ள சிந்தனை முறைகள் அடங்கியவை; இது கவனிக்கவேண்டிய விஷயம். கருத்துக்களைத் தூய தர்க்க ரீதியில் அமைப்பதன் பொருட்டுக் கவனக் குறிப்புக்களை உற்று நோக்குவது அவசியம் என்று சொல்லுவதற்கு வேண்டிய ஆத்திரம் ஒருவருக்கும் இல்லை.

புதிய பரிசோதனைத் தத்துவஞானத்தில் பதினேழாம் நூற்றாண்டில் திடீரென்று மக்களிடையே ஒரு கவர்ச்சி கிளர்ந்தெழுந்தது; பெரும்பான்மையும் அது சிந்திக்கும் மக்களின் மனத்தில் உண்டாகிய புதிய குறுகுறுப்பின் விளைவாக இருந்தது. விவசாயம் வைத்தியம் என்பவை

ஒப்புக்கோள் - postulate. வெளிப்படை உண்மை - axiom. இயற்கை விஞ்ஞானம் - science of mechanics. தள-ஜியோமிதி - plane geometry.

களோடு தொடங்கி நீரை இறைத்தல் என்னும் கலை வரையிலுமுள்ள நடைமுறை விஷயங்கள், உலோகத் தொழில், பீரங்கி குண்டுகளின் எறிதிறன் ஆகியவை கல்வியிற் சிறந்த பேராசிரியர்களின் கவனத்தையும், ஓய்வு நேரமுடையவர்களாயும் வினவும் மனம் படைத்தவர் களாயும் உள்ள அறிஞர்களின் கவனத்தையும் கவரத் தொடங்கின. ஏதோ ஒரு நடைமுறைக் கலையை ஒரு விஞ்ஞானி உற்று நோக்கியபோது அவருடைய மனத்தில் ஒரு பிரச்சினை எழுந்தது என்பதற்கு விஞ்ஞானத்தின் ஆதி சரித்திரத்தில் எத்தனையோ உதாரணங்களைக் காணலாம். ஆனால், ஒரு விஞ்ஞானப் பிரச்சினையைத் தீர்க்கும் முறை வேறு; ஒரு விவசாயி அல்லது ஒரு தொழி லாளி முழுதும் அனுபவ வாயிலாகச் செய்துவந்த பரிசோதனைகளின் மூலம், அதுவரை ஏற்பட்டுள்ள முற்போக்கு முற்றும் வேறு. இந்தக் காரியத்தில் புகுத் தப்பட்ட புது அம்சம் ஊகமுறை அனுமானத்தைப் பயன் படுத்துதல் என்பதே யாகும். இது ஏதோ ஒரு முற்காலத் திலிருந்து பெரும்பான்மையும் பெறப்பட்ட கற்பனைக் கருத்துக்களின் இரண்டொரு பொதுப்பட்ட கூற்றுக் களோடு இணைக்கப்பட்டிருந்தது. ஓர் இயந்திரத்தையோ அல்லது ஒரு செய்முறையையோ உடனே அபிவிருத்தி செய்யவேண்டும் என்னும் காரியத்தில் செலுத்தப்பட்டு வந்த கவனமானது ஆராயப்படும் தோற்றத்தைப் பற்றிய குறுகுறுப்பின் மீது செலுத்தப்படத் தொடங்கிற்று. அக்காலம் முதல், புதிய புத்தமைப்புக்களைப் போலவே, புதிய கருத்துக்களும் மனக்கோள்களும் முக்கியத்துவம் பெறத் தொடங்கின. தேர்ச்சி பெற்ற சிற்பிகளோ அல்லது இயந்திரங்களையும் செய்முறைகளையும் திறமையோடு

எறிதிறன் - ballistics. புத்தமைப்பு - invention. சிற்பி - artisan.

அமைப்பவர்களோ செய்யும் பரிசோதனைகள் கற்றறிந்த நிபுணர் குழாத்தின் கணிதரீதி அனுமான முறையோடு ஒன்றாக இணைக்கப்பட்டன. ஆனால், ஊகமுறை அனுமானத்தையும் பரிசோதனைகளையும் வெற்றிகரமாக ஒன்று சேர்ப்பதற்கும் ஆராய்ச்சித் துறைகள் பலவற்றில் அவைகளைப் பயன்படுத்துவதற்கும் பல தலைமுறைகள் ஆக வேண்டியிருந்தது.

கற்பனைக் கருத்துக்களும் காரியக் கற்பிதக் கொள்கைளும் மனக்கோள் திட்டங்களும்

'பரிசோதனைகள் கவனக்குறிப்பு ஆகியவற்றின் விளைவாகத் தோன்றியவையாயும், மேலும் சில பரிசோதனைகளையும் கவனக்குறிப்பையும் விளைவிப்பவையாயும், ஒன்றோடொன்று தொடராக இணைந்தவையாயும் உள்ள மனக்கோள்களும் மனக்கோட் திட்டங்களுமே விஞ்ஞானம் எனப்படும்' என்று முந்திய அத்தியாயத்தில் விஞ்ஞானத்துக்கு வரையறை கூறினோம்.

ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தை முதலில் முறைப்படுத்திக் கூறும்போது, அதை ஒரு **விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கை** என்று கருதலாம். ஆயினும், அதிலிருந்து **பல்** விளைவுகளை ஊகிக்க முடியும். அவற்றுள் ஒவ்வொன்றும் பரிசோதனையால் சோதித்துப் பார்க்கக் கூடிய ஊகங்களை அளிக்க வல்ல அனுமானத் தொடர்களுக்கு ஆதாரமாக இருக்கக்கூடும். **இந்தச் சோதனைகள் பல தடவைகளில் ஊகங்களை உறுதிப்படுத்துமானல், இந்த விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கையை**

கணித அனுமான முறை - mathematical mode of reasoning. கற்பனைக் கருத்துக்கள் - speculative ideas, காரியக் கற்பிதக்கொள்கைகள் - working hypotheses. மனக்கோட் திட்டங்கள் - conceptual schemes. விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கை - working hypothesis on a grand scale.

உறுதிப்படுத்தக்கூடிய சான்றுகள் திரளும்; ஆகவே, அது விரைவில் ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டம் என்று ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டு விடும். அதன் பிற்கால ஆயுள் குறுகியதாகவோ அல்லது நீண்டதாகவோ இருக்கலாம். ஏனென்றால், அதிலிருந்து இடைவிடாமல் புதிய ஊகங்கள் செய்யப்பட்டு வருகின்றன; அவைகளை ஜாக்கிரதையாகப் பரிசோதிக்கும்போது, அவை உறுதிப்படலாம், அல்லது உறுதிப்படாமல் போகலாம்.

ஊகங்களைச் சோதிப்பதற்குரிய பரிசோதனைகளை யோசித்து அமைக்கும்போது, விஞ்ஞானம் முன்னேற முன்னேற, அதுவரை தெளிவில்லாதிருந்த விவேக ரீதிக் கருத்துக்கள் பலவற்றை முன்னைக் காட்டிலும் கண்டிப்பாகவும் திருத்தமாகவும் அமைப்பது அவசியமாயிருந்தது; அளவு சம்பதப்பட்ட கருத்துக்களில் இது மிகவும் அவசியம். இதனால் பழைய கருத்துக்கள் தெளிவு பெற்றன, அல்லது புதிய கருத்துக்கள் புகுத்தப்பட்டன. பரந்து அமைந்த மனக்கோட் திட்டங்கள் எவ்வளவு முக்கியமாக இருக்கின்றனவோ, அவ்வளவு முக்கியமாக உள்ளவையாக இந்தப் புதிய மனக்கோள்களும் பல தடவைகளில் காணப் படுகின்றன. ஓர் எளிய பரிசோதனை வினவுக்கு வெட்டொன்று துண்டிரண்டு என்பது போன்ற 'ஆம்' அல்லது 'இல்லை' என்னும் விடையை அளிப்பது எளிது என்று முதலில் பார்க்கும்போது தோன்றிய போதிலும், அது பல தடவைகளில் மிகக் கஷ்டமாக இருக்கிறது. பரக்க அமைக்கப்பட்ட பரந்த கற்பிதக் கொள்கைகள் பலவும், அவற்றைப் பரிசோதனைகளோடு பொருத்திப் பார்க்கும் வரையில், கற்பனைக் கருத்துக்கள் என்றே கருதப்பட்டு வர வேண்டும்.

அளவு - measurement.

பரந்த கற்பனைக் கருத்துக்களுக்கும் அகன்ற மனக் கோட் திட்டத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை நன்கு தெரிந்துகொள்வது விஞ்ஞான விளக்கம் பெறுவதற்கு மிக மிக முக்கியமானது. அணுக் கோட்பாட்டின் சரித்திரம் இதற்கு ஒரு நல்ல உதாரணம் ஆகும். பொருளை அமைக்கும் அடிப்படை அலகுகள்—இறுதியான துகள்கள்— இருந்தன என்னும் எண்ணம் பண்டைக் காலத்திலும்கூட இருந்துவந்தது: ஆனால், பொதுப்படக் கூறும் நிலையில் இதை ஒரு கற்பனைக் கருத்து என்றே கருதவேண்டும். பரிசோதனையின் மூலம் சோதித்து அறிவதற்கு ஏற்ற ஊகங்களை அளிக்க வல்ல ஒரு விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கைக்கு அது ஆதாரமாக ஆகும்வரை, அதை விஞ்ஞானக் கட்டுக்கோப்பின் முக்கிய உறுப்பாக உள்ள ஒரு பகுதி என்று கருதலாகாது. இங்கே குறிப்பிட்ட கற்பனைக் கருத்து அல்லது விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கை எப்போது புதிய மனக்கோட் திட்டமாக ஆயிற்று தெரியுமா? இரசாயனப் புரட்சி தொடங்கிவைத்த இரசாயன அளவியல் பரிசோதனைகளை ஒட்டி அது எவ்வளவு பயன் விளைவிப்பதாக இருந்தது என்று சுமார் 1800-ஆம் வருஷத்தில் டால்ட்டன் காட்டிய பின்புதான் அது ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டமாக ஆயிற்று. இந்த உதாரணத்தில் ஒரு காரியக் கற்பிதக் கொள்கையின் உற்பத்தியை நாம் சற்று விவரமாகக் காணமுடிகிறது. ஒரு கருத்து அதை வெளியிட்டவருடைய மனத்தில் முதலில் எப்படி உதித்தது என்பது நமக்கு மற்ற உதாரணங்களில் நிச்சயமாக தெரியவில்லை.

அணுக் கோட்பாடு - atomic theory. அடிப்படை அலகுகள் - fundamental units. இறுதியான துகள்கள் - ultimate particles. கட்டுக்கோப்பு - fabric. இரசாயனப் புரட்சி - chemical revolution. டால்ட்டன் - Dalton.

பழங்காலத்தில், பெரிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள் மார்க்க - தரிசிகளின் மனத்தில் பெரும்பான்மையும் 'அருள் - நினைப்பு', 'தானுப் உதித்த எண்ணம்', அல்லது 'கற்பனையின் சோதிச் சுடர்' என்னும் சொற்களால் குறிப்பிடக் கூடிய மானதச் சிந்தனைகளின் மூலமாக உற்பத்தியாகியிருக்கின்றன விஷயங்கள் எல்லாவற்றையும் ஜாக்கிரதையாகப் பரிசீலனை செய்வதாலும், ஒரு புதிய தத்துவத்தை முறைபடக் கூறுவதற்குரிய பற்பல வழிகளையும் தர்க்க முறையில் பகுத்தாராய்வதாலுமே அவை விளைவதில்லை; அப்படி விளைந்தாலும் அரிதாகவே விளைகின்றன என்று தோன்றுகிறது. பியர்ஸனும், விஞ்ஞான முறைகளைப் பற்றி எழுதிய மற்றைய பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு ஆசிரியர்களும் இந்த விஷயத்தைப் பெரும்பான்மையும் கவனிக்காமல் விட்டிருக்கிறார்கள். உண்மைகளை வகைபாடு செய்வதையும் அந்த உண்மைகளிலிருந்து பொதுத் தத்துவங்களைப் பெறுவதையும் கண்டபோது அவர்களுக்கு அதிகமான மதிப்பு ஏற்பட்டது. ஆகையால், இந்த வகையான காரியங்களே விஞ்ஞானம் முழுதும் ஆகும் என்று அவர்கள் எண்ணினார்கள். இப்போது இதைப் பற்றிய அபிப்பிராயம் மறு கோடிக்கு ஊசலாடி விட்டது. புதுக் கருத்துக்களை அபிவிருத்தி செய்வதிலும் அவைகளைக் கையாளுவதிலுமே, அதாவது கோட்பாட்டு விஞ்ஞானத்திலேயே, சில எழுத்தாளர்கள் தங்கள் கவனம் முழுவதையும் செலுத்தியிருப்பதாகத் தோன்றுகிறது. இந்த இரண்டு நோக்குகளும் பரிசோதனையின் முக்கியத்துவத்தைக் குறைவாக மதிக்கின்றன. என் அபிப்பிராயத்தில் இது விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரத்தை உள்ளவாறு

அருள்-நினைப்பு - inspired guess. தானுய் உதித்த எண்ணம் - intuitive hunch. கற்பனையின் சோதிச் சுடர் - brilliant flash of the imagination.

காட்டாமல் விபரீதமாகவே காட்டுகிறது; இதைவிட இன்னும் பெரிதான கெடுதி ஒன்றும் ஏற்படுகிறது. தன்னைச் சூழ எங்கும் நடந்துகொண்டேயிருக்கும் விஞ்ஞானக் காரியங்களில் அக்கறைகொண்ட பாமரனை இது குழப்பம் அடையச் செய்கிறது. இந்தக் காரணங்களினாலும், இந்த நூலாசிரியருக்கு இவ் விஷயத்தில் உள்ள சொந்த அபிமானத்தினாலும், விஞ்ஞானத்தையும் விவேகத்தையும் பற்றிய இந்தச்சர்ச்சையில் பரிசோதனைகளுக்கும் கோட்பாட்டுக்கும் ஒன்றுக்கொன்றுள்ள சப்பந்தம் மீண்டும் மீண்டும் வற்புறுத்தப்படுகிறது.

பரிசோதனைச் செயல்

நவீன விஞ்ஞானத்தின் மூன்று அடிப்படை உறுப்புக்கள் முன்னமேயே கூறப்பட்டன. அவையாவன: (1) பொதுப்படையான கற்பனைக் கருத்துக்கள், (2) ஊக முறை அனுமானம், (3) பரிசோதனைச் செயல். விசாலமான புதிய காரியக் கற்பிதக்கொள்கைகள் எவ்வாறு உண்டாகின்றன என்றும், பரிசோதனையால் சோதித்தறியக் கூடிய சில விளைவுகளை அவைகளிலிருந்து எப்படி ஊகிக்கலாம் என்றும் பொதுப்பட நாம் சர்ச்சை செய்தோம். பதினேழாம் நூற்றாண்டில் விஞ்ஞான உதயத்திற்கு நெடுங்காலத்திற்கு முன்னதாகவே பரிசோதனைக் கலை இருந்துவந்தது என்று சிலர் குறிப்பாகக் கூறுகிறார்கள். இது உண்மையானால், விஞ்ஞானமும் விவேகமும் ஒன்றோடொன்று தொடர்பு பெறும் வழிகளில் இதுவும் ஒன்று. இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில், அன்றாட வாழ்க்கையில் நிகழ்த்தப்படும் பரிசோதனைகளைப் பற்றிச் சற்றே நுணுக்கமாகப் பகுத்தாராய்வது ஓரளவு பயன்படலாம். ஏனென்

பரிசோதனைச் செயல் - experimentation.

ருல், ஒரு தனிமனிதன் அறிவோடு செய்யும் மிக எளிய காரியங்களில் தொடங்கி மிகவும் திருத்தமாக அமைக்கப் பட்ட விஞ்ஞானப் பரிசோதனைகள் வரையில் படிப்படி யாக உயரும் நிலைகள் தொடர்ச்சியாக இருக்கக் காண் கிறோம். இது ஒரு நிறமாலை போன்றது. இதன் இரண்டு கோடிகளும் எப்போதும் முற்றொருமை உடையவையாக இருப்பதில்லை. உண்மை இதற்கு நேர்மாருக இருக்கிறது. விஞ்ஞானம் என்ன என்று நன்கு விளங்கவேண்டுமானல், விவேக ரீதிச் சோதனைகளும் விஞ்ஞானப் பரிசோதனை களும் ஒன்றிலிருந்து ஒன்று எப்படி வித்தியாசப்படு கின்றன என்பதைத் தெளிவாக உணர்ந்துகொள்ள வேண் டியது அவசியம்.

வாசகர்கள் தங்களுடைய வாழ்க்கையில் விஞ்ஞான முறை என்று சொல்லப்படுவதைப் பற்றிய வெவ்வேறு வகையாயுள்ள விவரணங்களைக் கேட்க நேர்ந்திருக்கும். ஆகையால், வைக்கோற் பொம்மைகளைத் தூக்கி நிறுத்திப் பின்பு அடித்துத் தள்ளுவதுபோல், வலிமையற்ற சில போலி விவரணங்களைக் கூறி, அவற்றை நான் தகர்த்தெறி வதை ஆட்சேபிக்க மாட்டார்கள் என்று எண்ணுகிறேன். விஞ்ஞான முறையைப் பற்றிச் சில விவரணங்களைப் படித் திருக்கிறேன்; ஒரு பரிசோதனை விஞ்ஞானி பல தடவை களில் (எப்போதும் அன்று) செய்யும் காரியங்களை அவை அநேகமாகத் திருத்தமாக வருணிக்கின்றன. அவைகளைச் சுமாராகப் பின்வருமாறு கூறலாம்: (1) ஒரு பிரச்சினை இன்னதென்று அறியப்படுகிறது, ஒரு குறிக்கோளும் முறைப்படுத்தப்படுகிறது. (2) அது சம்பந்தமான எல் லாச் செய்திகளும் சேகரிக்கப்படுகின்றன. ('சம்பந்தமான'

நிறமாலை - spectrum. முற்றொருமை - identity. சம்பந்தமான - relevant.

என்னும் சொல்லில் மறைந்துகிடக்கும் அபாயக் குழிகள் எத்தனை!) (3) ஒரு காரியக் கற்பிதக்கொள்கை முறைப்பட அமைக்கப்படுகிறது. (4) அந்தக் கற்பிதக் கொள்கையிலிருந்து ஊகங்கள் பெறப்படுகின்றன. (5) நிஜமான பரீக்ஷையால் ஊகங்கள் சோதிக்கப்படுகின்றன; (6) அதன் விளைவைப் பொறுத்து, அந்தக் காரியக் கற்பிதக் கொள்கை ஒப்புக்கொள்ளப்படுகிறது, அல்லது மாற்றி அமைக்கப்படுகிறது, அல்லது கைவிடப்படுகிறது.

இது மட்டுமேதான் விஞ்ஞானம் என்று இருப்பதாயிருந்தால், தனி விஞ்ஞான முறையில் நம்பிக்கை கொண்ட இக்காலத்தினர் ஒருவர் கூறியிருப்பதுபோல், நாமும் பின் வருமாறு சொல்லலாம்: விஞ்ஞானம் என்பதை ஒரு முறையாகக் குறிப்பிட்டால், 'அமைதியாகவும் தாரபிப்பிராயம் இல்லாத முறையிலும் செய்யப்பட்டவையாகவும், கூடியவரை திருத்தமாகவும் தொடக்கத்தில் கேட்கப்பட்ட வினாக்களுக்கு விடை சொல்லக் கூடிய முறையிலும் அறிவிக்கப்பட்டவையாகவும் உள்ள ஒருவரின் கவனக் குறிப்புக்களை நெறிப்படுத்தும்பொருட்டு, தெளிவாயும் விடையளிக்கக் கூடியவையாயும் உள்ள வினாக்களைக் கேட்பதே விஞ்ஞானமாகும். அந்தக் கவனக்குறிப்புக்களுக்கு முன்னால் இருந்துவந்த ஒப்புக்கோள்கள் பின்னால் நிகழ்ந்தவற்றால் தெரியவந்தவை காரணமாகத் திருத்தியமைக்கப் படுகின்றன.' ஆனால், நடைமுறையில் (மோட்டார் கார் புறப்படாமலிருப்பது போன்ற) ஓர் ஆபத்து நிலை நேரிடும் போதெல்லாம் தாம் நடந்துகொள்வதை ஒருவர் பரிசீலனை செய்தால், இப்பொழுது கூறிய மேற்கோள் பல தடவைகளில் தாம் செய்துள்ள செயலை வருணிப்பது போலவே தோன்றும். வாஸ்தவத்தில், விஷயம் தெரிந்த இளைஞர் கூட்டத்தின் முன்னிலையில் விஞ்ஞான முறை என்று

சொல்லப்படுவதை மேற்சொல்லியபடி எடுத்துக் கூறினுல், 'அப்படியானுல் எங்கள் வாழ்நாள் முழுதுமே நாங்கள் விஞ்ஞானிகளாக இருந்திருக்கிறேமே' என்று அவர்கள் பளிச்சென்று சொல்லிவிடுவார்கள். இப்பேர்ப்பட்ட விஞ்ஞான வருணனையை ஒரு பாமரரிடம் கூறினுல், மாலியே எழுதிய இன்ப-இயல் நாடகத்தில் வரும் பிரபல நாடக பாத்திரம், 'என் ஆயுள் முழுதும் நான் பேசி வந்ததுதானு உரைநடை? இது எனக்குத் தெரியாமல் போயிற்றே!' என்று சொல்லியபோது கொண்டிருந்த மன நிலையை அவருடைய மன நிலேயும் ஒத்திருக்கும்.

ஊகங்களேப் பரிசோதனையால் சோதித்தல்

அப்படியானுல், முறையை ஒட்டிய மட்டில், விஞ்ஞானத் துக்கும் விவேகத்துக்கும் வித்தியாசமே இல்லையா? முதலில் பரிசோதனை முறையில் அன்றுட உதாரணம் ஒன்றைச் சற்றே நுணுக்கமாகக் கவனித்தும், பின்பு ஒரு விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியைக் கவனித்தும் இந்த வினுவை நோக்குவோம். நெடுங்காலமாக நடைமுறைக் கலைகளை அபிவிருத்தி செய்து வந்த காரியவகை அடிப்படையில் ஒரு செய்து-பிசகி-அறி முறையாகும். இதே மாதிரியான காரியவகையே அன்றுட வாழ்க்கையிலும் சாதாரணமாக நடக்கக் காண்கிறேம். இதைப் பரிசோதனை முறை என்று சொல்லலாம். ஒரு மிக அற்பமான உதாரணத்தைப் பார்ப்போம். ஒரு கதவு பூட்டியிருக்கிறது; தரையில் ஒரு சாவிக் கொத்து கிடக்கிறது; குறுகுறுப்பு மனமுள்ள ஒருவருடைய கண்ணில் அவை படுகின்றன. கதவைத் திறக்கும் நோக்கத்தோடு அவர் பரிசோதனை செய்ய விரும்பலாம். அவர் முதலில்

மாலியே - Moliere. இன்ப இயல் நாடகம் - comedy. செய்து-பிசகி-அறி முறை - trial-and-error method.

ஒரு சாவியையும், பிறகு மற்றொன்றையும் போட்டுப் பார்க்கிறார். ஒவ்வொரு தடவையிலும் அவர் தமக்குள் சொல்லிக் கொள்வதன் சாராம்சம் பின்வருமாறு 'இந்தச் சாவியைப் பூட்டில் செருகித் திருப்பினால், அப்போது ஏற் படும் விளைவு இந்தச் சாவி இந்தப் பூட்டைச் சேர்ந்தது என்னும் கற்பிதக்கொள்கையை உறுதிப்படுத்தும், அல்லது அதை மறுக்கும்.' இந்த 'ஆல்........அப்போது' என்னும் விவரண வகை அன்றாட வாழ்க்கையில் நடக்கும் அறிவோ டொத்த காரியங்களில் மீண்டும் மீண்டும் காணப்படும் வகை. இப்படிப்பட்ட ஒரு குறிப்பிட்ட சோதனையில் அடங்கிய கற்பிதக்கொள்கை அப்போது கவனிக்கப்படும் விஷயத்துக்கு மட்டுமே, இந்த உதாரணத்தில் சோதிக்கப் படும் சாவிக்கு மட்டுமே, பொருந்தும். ஆகையால், இதைக் **குறுகிய காரியக் கற்பிதக்கொள்கை** என்று கூறலாம்.

ஒரு சாமானியமான பரிசோதனை முறைக்கு உதா ரணம் காட்டியாய்விட்டது. இனி ஒரு விஞ்ஞானப் பரி சோதனையின் ஆராய்ச்சியைப் பார்ப்போம். சோதனைச் சாலையில் ஏதாவதொரு விஞ்ஞானக் கருத்தைச் சோதிப்ப தற்கு ஒரு குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கை எப்படி உதவுகிறது என்று பரிசீலனை செய்வோம். ஏனெனில், விஞ்ஞான முறையைப் பற்றி எழுதியவர்கள் மிகவும் வேறு பட்ட அபிப்பிராயங்களை உடையவர்கள். அவர்கள் எல் லோரையும் ஒன்றாகக் கூடச் செய்தால், ஒரு விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கையிலிருந்து (இதைக் கோட்பாடு என்று சிலர் சொல்லலாம்) எழும் ஊகத்தைச் சோதித்துப் பார்ப்பது விஞ்ஞானத்தின் ஒரு பகுதி என்பதை அவர் களுள் ஒவ்வொருவரும் ஒப்புக்கொள்ளுவார் என்றே

குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கை - limited working hypothesis.
கோட்பாடு - theory.

நினைக்கிறேன். அப்படிப்பட்ட முறைகளின் உதாரணங்கள் சிலவற்றைச் சற்று நுணுக்கமாக அடுத்த அத்தியாயத்தில் கவனிக்கப்போகிறோம். நிஜமாகவே நடந்த ஒரே ஒரு பரிசோதனையில் நமது கவனத்தைச் செலுத்துவோம். அந்த அளவுக்கு மட்டுமே வாயுமண்டல அழுத்தத்தைப் பற்றிய சரிதத்தை முன்கூட்டிப் பார்ப்போம். நாம் அதில் எந்தப் பரிசோதனையைத் தேர்ந்தெடுத்தாலும் அதனால் பாதகமில்லை. ஏனென்றால், நாம் நம்முடைய கவனத்தைச் செலுத்த விரும்புவதெல்லாம் கடைசிப் படியின்மீதுதான், அதாவது பரிசோதனைக் காரியத்தின் மீதுதான்.

அழுத்தம் செலுத்தும் வாயுக் கடல் ஒன்றில் நாம் வாழ்கிறோம் என்ற பரந்த கற்பிதக் கொள்கையை யாரோ ஒருவர் ஓர் ஆய்கருவியால் செய்யப்படும் ஒரு குறிப்பிட்ட பரிசோதனையோடு சம்பந்தப்படுத்தியிருக்கிறார் என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். ஒரு குழாய் அடைப்பானைத் திருப்புவதே அந்தப் பரிசோதனையின் கடைசிப் படி என்றும் வைத்துக்கொள்ளுவோம். அந்த அடைப்பானைத் திருப்புவதற்கு முன் அந்த ஆராய்ச்சியாளர் தம்முடைய கருத்துக்களைப் பின்வரும் விவரத்தைப் போன்ற ஒன்றின் மூலமாக முறைபடக் கூறலாம். 'என்னுடைய எல்லா அனுமானங்களும் ஏற்பாடுகளும் சரியாக இருந்தால், நான் இந்தக் குழாய் அடைப்பானைத் திருப்பினால், அப்போது இன்ன இன்னது நடக்கும்.' அவர் அக் குழாய் அடைப்பானைத் திருப்புகிறார்; நடப்பதைக் கவனித்துக் குறிக்கிறார். அப்போது அவர் தம்முடைய கற்பிதக் கொள்கையை உறுதிப்படுத்திவிட்டதாகவோ, அல்லது உறுதிப்படுத்தத் தவறிவிட்டதாகவோ சொல்லலாம். ஆனால், கண்டிப்பாகப் பார்க்கப்போனால், அவர் குழாய் அடைப்

ஆய்கருவி - apparatus. குழாய் அடைப்பான் - stopcock.

பானேத் திருப்பிக் கவனித்துக் குறித்தபோது ஒரு மிகக் குறுகிய கற்பிதக் கொள்கையே சோதிக்கப்பட்டது என்பதை மனத்தில் கொள்ளவேண்டும். இந்தக் கற்பிதக் கொள்கையை, 'குழாய் அடைப்பானேத் திருப்பிஞல் அப்போது இன்ன இன்னது நிகழும்' என்ற வடிவத்தில் கூறலாம். அந்தப் பரிசோதனையை மீண்டும் மீண்டும் செய்து பார்க்கும்போதெல்லாம் அதே விளேவே கிடைக்குமாஞல், அந்த மிகமிகக் குறுகிய கற்பிதக் கொள்கையின் உறுதிப்பாட்டையோ அவ்லது உறுதிப்பாடின்மையையோ ஒரு பரிசோதனே உண்மை என்று கருதலாம். இந்தப் பரிசோதனையின் விளேவானது மிகவும் சிக்கலான சிந்தனே முறையாலும் செயல் முறையாலும் முக்கிய விஞவோடு இணேக்கப்பட்டிருக்கும். அம் முறைகள் வேறு பல மனக்கோட்களேயும் மனக்கோட் திட்டங்களேயும் கொண்டவையாகவும் இருக்கும். 'அமைந்துவரும் விஞ்ஞானத்தின்' உதாரணங்களேப் பற்றிப் பின்வரும் அத்தியாயங்களில் ஆராயப்போகிரும். அங்கு அம் முறைகளேப் பற்றிய பரிசீலனே அடங்கியிருக்கிறது. ஆஞல், இங்கே வற்புறுத்த வேண்டிய விஷயம் என்னவென்ருல், ஒரு பரந்த கற்பிதக் கொள்கையிலிருந்து ஊகித்துப் பெற்றுள்ள முடிவையும் நிஜமாக நடத்தப்பட்ட பரிசோதனேச் செயலேயும் ஒரு சிக்கலான அனுமானத் தொடர் ஒன்ருகப் பிணேக்கிறது என்பதுதான்; இதுவுமன்றி, அறிந்தே கொள்ளப்பட்டவை சிலவும் அறியாமலே கொள்ளப்பட்டவை சிலவுமாக உள்ள எத்தனேயோ பாவனேகள், அநேகமாக எப்போதும், இந்த அனுமானத் தொடரில் அடங்கியிருக்கின்றன என்பதை மீண்டும் மீண்டும் நாம் காண்போம்.

அனுமானத் தொடர் - chain of reasoning.

இப்போது விஞ்ஞானியை விட்டுவிட்டு, ஒரு வீட்டு எஜமானர் தம்முடைய மோட்டார் கார் - பேட்டையிலோ, அல்லது வீட்டு எஜமானி தம்முடைய அடுக்களையிலோ, அல்லது ஓர் அமெச்சூர் தம்முடைய ரேடியோ பெட்டியிலோ அன்றாடம் செய்யும் பரிசோதனைகளைக் கவனிப்பதற்கு அனுமதியளிப்பீர்கள் என்று எண்ணுகிறேன். ஒரு மோட்டர்-கார் புறப்படாவிட்டால், நிச்சயமாக அதுவும் ஒரு பிரச்சினைதான். மோட்டார் - கார்களைப் பற்றிப் பொதுவாகவும், அந்தக் காரைப்பற்றிக் குறிப்பாகவும் நமக்குத் தெரிந்தவற்றை எல்லாம் ஆதாரமாகக்கொண்டு, அது புறப்படாததற்கு என்ன என்ன காரணங்கள் இருக்கக் கூடும் என்று நாம் யோசித்துப் பார்க்கிறோம். காரியக் கற்பிதக் கொள்கை ஏதாவது ஒன்றையாவது (உதாரணமாக, பெட்ரோல் காலியாக இருக்கலாம் என்பதை) அமைக்கிறோம். பின்பு, இந்தக் குறிப்பிட்ட காரியக் கற்பிதக் கொள்கை சரியானதா என்பதைச் சோதிக்ககூடிய ஒரு பரிக்ஷையை அல்லது சோதனையைச் (பரிசோதனையைச்) செய்து பார்க்கிறோம். நாம் நினைத்தது சரியாயிருந்தால், ஏற்பட்ட தொல்லையின் காரணத்தைக் கண்டுபிடித்து விட்டோம் என்று நம்புகிறோம். அந்த நம்பிக்கைக்கு ஏற்ப, மேல் காரியங்களை நடத்துகிறோம். (ஆனால் எத்தனை தடவைகளில் நாம் ஏமாந்துபோயிருக்கிறோம்? தொல்லை ஒன்றாக மட்டும் இல்லாமல், அதற்கு மேலும் இருக்கக் கூடும்; பெட்ரோல் டாங்கு காலியாயிருப்பதோடு, பாட்டரியும் வலி இழந்துபோயிருக்கலாம்.) நாம் கொண்ட இந்த எளிய கற்பிதக் கொள்கை காரணமாக வேறொரு பரிக்ஷை

பாவனை - assumption. மோட்டார்-கார் பேட்டை - motor garage. (மோட்டார் காரை நிறுத்தும் அல்லது செப்பனிடும் இடம்.) பெட்ரோல் டாங்கு - petrol tank. பாட்டரி – battery.

செய்யவேண்டி வந்துவிட்டது என்று வைத்துக்கொள் கொள்வோம். அந்தப் பரீக்ஷையில் வேறு பல காரியங் களைச் செய்தானபின், ஒரு ஸ்விச்சைத் திருப்பும் காரியமோ அல்லது கம்பிகளை ஒருவகையாக இணைக்கும் காரியமோ செய்யவேண்டி யிருக்கலாம். அந்த நிலையில் நாம் மனத்துக்குள் நினைப்பது என்னவென்றால், 'கடைசி யாக இந்த ஸ்விச்சை இப்படித் திருப்பினால், (அல்லது இந்தக் கம்பியை இப்படி இணைத்தால்) எஞ்ஜின் ஓடத் தொடங்கும்' என்பதே யாகும். அந்தச் சோதனையை நடத்துகிறோம்; அதனால் ஒரு மிகக் குறுகிய காரியக் கற் பிதக் கொள்கை உறுதிப்படுகிறது (அல்லது உறுதிப் படாமல்போகிறது). நாம் சற்று முன், விஞ்ஞானிகளின் மிகக் குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கையை ஆராய்ந் தோம் அல்லவா? அதற்கும் இதற்கும் அநேகமாக யாதொரு வித்தியாசமும் இருப்பதாகத் தெரியவில்லை. இவ்விஷயத்தில் விஞ்ஞானமும் விவேகமும் நிச்சயமாக ஒன்றாகிவிட்டன என்றே தோன்றுகிறது. ஆனால் கடைசிப் படியாக உள்ள செயலைப் பற்றிய விவரணத்தில் மட்டுமே அவை இரண்டும் ஒன்றாகப் பொருந்தியிருக்கின்றன என் பதை ஜாக்கிரதையாகக் கவனியுங்கள். இந்த வழக்கின் போக்கைப் பின்நோக்கிப் பார்த்துக்கொண்டே போவோ மானால் அதில் உள்ள வித்தியாசங்கள் நன்கு தெரிய வருகின்றன. இந்த வித்தியாசங்கள் லக்ஷியங்களையும், துணைக் கற்பிதக் கொள்கைகளையும், உத்தேச பாவனைகளையும் பொறுத்தவையாகக் காணப்படுகின்றன.

பரீக்ஷை - trial. ஸ்விச்சு - switch. குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கை - limited working hypothesis. விவரணம் - statement. உத்தேச பாவனை கள் - assumptions. லக்ஷியங்கள் - aims. துணைக் கற்பிதக் கொள்கைகள் - auxiliary hypotheses.

விஞ்ஞானப் பரிசோதனைகளில் காணப்படும் குறிக்கோள்களும் உத்தேச பாவனைகளும்

முதலாவதாகக் குறிக்கோள்களைப் பார்ப்போம். உங்கள் கார் புறப்படவேண்டும் (அல்லது மற்றோர் உதாரணத்தைக் கூறுவதானால், உங்கள் ரேடியோ பெட்டி வேலை செய்ய வேண்டும்) என்று நீங்கள் விரும்பலாம். இது ஒரு காரியக்குறியான உத்தேசத்தை நிறைவேற்ற விரும்புவதாகும். அல்லது, ஒரு விஞ்ஞானப் பரிசோதகர் இவ்வாறின்றி, ஒரு மனக்கோட் திட்டத்திலிருந்து (கோட்பாட்டிலிருந்து) கிடைத்த ஊகத்தைச் சோதித்துப் பார்க்க விரும்பலாம்; இது முற்றும் வேறான காரியம். இந்த வித்தியாசம் ஒரு முக்கியமான விஷயமாக இருந்தாலும், விஞ்ஞானத்துக்கும் விவேகத்துக்கும் உள்ள பேதம் இந்த ஒன்றை மட்டும் பொறுத்திருப்பதாக எண்ணி, அதோடு விட்டுவிடலாகாது. ஒரு மனக்கோட் திட்டம் பரிசோதகரால் சோதிக்கப்பட்டு வருகிறது; அதுவுமன்றி அந்தப் பரிசோதனைக்கும் மூலமாக இருந்திருக்கிறது. நாம் முன்னால் விஞ்ஞானத்துக்கு ஒரு வரையறை செய்ததையும், ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டம் பயன் விளைக்கும் தன்மையை உடையதாக இருப்பதன் முக்கியத்துவத்தை வற்புறுத்தியதையும் இது நமக்கு நினைப்பூட்டுகிறது. இன்று ஏதாவதொரு நடைமுறைப் பிரச்சினை எழுமானால், நீங்களும் நானும் என்ன செய்வோமோ பெரும்பாலும் அதைப் போலவே, பல நூற்றாண்டுகளாக நடைமுறைக் கலைகளை அபிவிருத்தி செய்த கம்மியர்களும் செய்து வந்தார்கள். கம்மியரின் அல்லது விவசாயியின் குறிக்கோள் நடைமுறையை ஒட்டியது; அந்தக் காரியத்தைத் தூண்டும் காரணமும் நடைமுறையை ஒட்டியது. ஆனால் அவர்களுடைய உத்தேசக் கருத்து ஒரு குறிப்பிட்ட

மோட்டார் காரை ஓடச்செய்வது என்பதைக் காட்டிலும் பொதுப்பட்ட தன்மையை உடையது. மத்திய காலத்துத் தொழிலாளிகளும் பரிசோதனைகளைச் செய்தார்கள். பரிண மித்துவரும் ஒரு கலையில் புதிய செயல் முறையை அவர்க ளோடு சமகாலத்தில் வாழ்ந்தவர்கள் பொருத்தினார்கள். அக் காரணத்தால் அந்தப் பரிசோதனைகளின் முடிவுகளி லிருந்து சிற்சில பகுதிகள் சில வேளைகளில் மீந்து, நிலைத்து நின்றன. ஆனால் கம்மியர் பொதுக் கருத்துக்களின் விளைவுகளைச் சோதிப்பதைப் பற்றிக் கவலைகொண்டது, இல்லை என்றே சொல்லும் அளவுக்கு, அரிதாகவே இருந் தது. புதுக் கருத்துக்களும் தர்க்க ரீதியான சிந்தனையும் கற்றறிந்தோரின் பொறுப்பாகத்தான் இருந்தது. மனக் கோட் திட்டங்களிலிருந்து ஊகங்களைப் பெறுவது மத்தியகாலக் கணித விற்பன்னர்களுக்கும் தத்துவ-ஞானி களுக்குமே செய்யத் தெரிந்த ஒரு விஷயமாக இருந்ததே தவிர, தொழிலாளிகளுக்குத் தெரிந்த விஷயமாக இல்லை. மறைபொருளாக இருந்த இவ் விஷயங்களை அறிந்தவர் களும் பொதுவாகத் தொழிலாளிகளைப் பற்றிக் கவனம் செலுத்திவரவில்லை. இதற்குச் சிற்சில விலக்குகளை அரி தாகக் காணுகிறோம். இரண்டு வகைக் காரியங்களும்— அதாவது தர்க்க நிபுணர்களின் காரியங்களும் கம்மியர் களின் காரியங்களும்—பதினாறும் பதினேழாம் நூற்றாண்டு களில் எப்படி ஒருங்கு சேர்ந்தன என்பதைக் காட்டும் உதாரணங்களை அடுத்த இரண்டு அத்தியாயங்களில் கவனிப்போம்.

கம்மியருக்கும் விஞ்ஞானிக்கும் மற்றொரு முக்கிய மான வித்தியாசமும் இருக்கிறது. கம்மியர் செய்யும் தனிப்பட்ட செயல்முறை அடுக்களையில் வீட்டுக்காரி

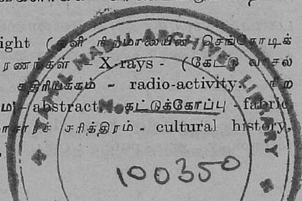
மத்திய காலம் - Middle Ages. (கி.பி. 1000-1400, அல்லது 600-1500.)

செய்யும் செயல்முறையை மிகவும் ஒத்திருக்கிறது. புதிய செயல்முறைகளைப் பற்றிய பரீக்ஷைகள் எல்லாம் நடைமுறையை ஒட்டியவையாயும் உடனே ஆகவேண்டியவையாயும் உள்ள காரியங்களின் பொருட்டே செய்யப்படுகின்றன. இது மட்டும் அன்று; அவைகளுக்குப் பொருத்தமான எல்லாச் செய்திகளும் பொதுக் கருத்துக்களோடாவது, கோட்பாடுகளோடாவது பெரும்பான்மையும் சம்பந்தம் இல்லாதவை. பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டு வரையிலும் கூட நடைமுறைக் காரியங்களில் ஈடுபட்டவர்களுக்கு வளர்ந்துவரும் விஞ்ஞானத் தொகுதியில் இருந்த கவனம் மிகக் குறைவு. பொதுவாகப் பார்த்தால், பதினேழாம் பதினெட்டாம் நூற்றுண்டுகளில் நடைமுறைக் கலைகளும் விஞ்ஞானமும் தம்தம் தனி வழிகளில் சென்றன என்று சொல்லலாம். நடைமுறைக் கலைகளிலோ அல்லது அடுக்களையிலோ செய்யப்படும் பரிசோதனைமுறை, கிட்டத்தட்ட முழுதுமே, அனுபவ - விளைவானது என்று சொல்லலாம். அப்படிச் சொல்லுவதால் அதில் கோட்பாட்டு அம்சமே கிடையாது என்று சுட்டுவதுதான் நம்முடைய கருத்து. ஆயினும், 'விவேகம் விஞ்ஞானமாக மாறி அமைவது படிப்படியாகவும் தொடர்ச்சியாகவும் நிகழும் செயல் அல்லவா? கோட்பாட்டுப் பின்னணி எப்போதாவது முழுதும் இல்லாமல் இருப்பதுண்டா? என்று கேட்கலாம். 'நம்முடைய அன்றாட வாழ்க்கையில் நாம் தங்கு தடையில்லாமல் எத்தனையோ மனக்கோள்களையும் மனக்கோட்திட்டங்களையும் ஒப்புக்கொண்டு வருகிறோமே; நம்முடைய முன்னோர்களும் அவைகளை அதுபோலவே நம்பி வந்தார்களே; அவைகளுக்கும் "நன்கு நிலைநாட்டப்பட்ட" விஞ்ஞானக் கருத்துக்களுக்கும் அடிப்படைத் தத்துவத்தில்

பின்னணி - background. நன்கு நிலைநாட்டப்பட்ட - well-established.

யாதொரு வித்தியாசமும் கிடையாதல்லவா?' என்று வழக்குப் பேசலாம். சிவப்புக் கீழ் ஒளிக்கும் எக்ஸ்-ரே கிரணங்களுக்கும் தத்துவத்தில் வித்தியாசம் கிடையாது என்று சொல்லுவது எப்படி உண்மையோ, அதுபோலவே இதுவும் உண்மை என்றே நான் நம்புகிறேன். கதிரியக்கத்தின் வடிவங்களாகிய இவ்விரண்டும் ஒரே நிறமாலையின் பகுதிகள்; ஆயினும் ஒளியின் இவ்விரண்டு வடிவங்களும் பெரும்பான்மை நடைமுறைக் காரியங்களில் ஒன்றுக்குப் பதிலாக ஒன்று மாறி உபயோகிக்கக்கூடியவையே அல்ல என்பது நிச்சயம். உண்மை இதற்கு நேர்மாறானது. அதைப் போலவே, விஞ்ஞானக் கட்டுக்கோப்பில் வெற்றுத்தன்மை மிகுதியாக உள்ள பகுதியும் விவேக ரீதிக் கருத்துக்களும் பல வகைகளில் பேதமுள்ளவை. சென்ற நூறு ஆண்டுகளில் நாம் விவேக ரீதியில் கொள்ளும் பாவனைகளில் விஞ்ஞான விஷயங்கள் மேன்மேலும் அதிகமாகக் கலந்துவிட்டன. அதனால், ஒவ்வொரு காலத்தில் வாழ்வோரும், ஒவ்வொரு நாகரிகத் தொகுதியும் உலகத்தைக் காணும் நோக்குமுறை அவ்வக் காலத்துக்கும் தொகுதிக்குமே தனியாக உரியது. மானுடக் கலை நிபுணர்களும் கலாசாரச் சரித்திர ஆராய்ச்சியாளர்களும் அகிலப் பிரபஞ்சத்தைப் பற்றிய வர்ணனைகளைத் திரட்டுகிறார்கள்; அவைகளில் எல்லாம் எத்தனையோ பாவனைகள் பொதுவாகக் காணப்பட்ட போதிலும், வேறு எத்தனையோ பாவனைகள் அதிகமான வேற்றுமைகளை உடையவைகளாகக் காணப்படுகின்றன.

சிவப்புக் கீழ் ஒளி - infra-red light (ஒளி நிறமாலையின் செங்கோடிக்குப் புறம்பானபகுதி).எக்ஸ்-ரே கிரணங்கள் - X-rays - (கேட்டு வாசல் என்பதுபோன்ற சொற்றொடர்). கதிரியக்கம் - radio-activity. நிறமாலை - spectrum, வெற்றுத் தன்மை - abstract. கட்டுக்கோப்பு - fabric. மானுடக்கலை - anthropolgy. கலாசாரச் சரித்திரம் - cultural history, அகிலப்பிரபஞ்சம் - total universe,



ஆகையால் மோட்டார் பேட்டைகளில் நவீன கால மனிதர் ஒருவர் தம் பாட்டனுர் சாத்தியமில்லை என்று எண்ணி வந்த பல விஷயங்களை இக்காலத்தில் 'சந்தேகமின்றி ஒப்புக் கொண்டாலும்', விவேகக் கருத்துக்களுக்கும் விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளுக்கும் இடையே உள்ள வித்தியாசங்கள் (இவ்விரண்டிற்கும் இடையே தெளிவில்லாத அகன்ற பகுதி ஒன்று இருந்தபோதிலும்) உண்மையாக இல்லை என்று ஆகிவிடாது.

ஒரு விஞ்ஞானத்திலோ நடைமுறைக் கலையிலோ உள்ள அனுபவ-அறிவின் அளவு

இக்காலத்தில் தொழிற்கலைக்கும் வைத்தியத்துக்கும் உள்ள உறவைப் பகுத்தாராயும்போது பரந்த மனக்கோட்திட்டங்களின் மூலமாக நம்முடைய அறிவை வெளியிடக் கூடிய அளவைக் குறிப்பதற்கு 'அனுபவ-அறிவின் அளவு' என்னும் சொற்றொடரை வழங்குவது எனக்குச் சௌகரியமாக இருந்திருக்கிறது. மேலும், சென்ற முந்நூறு ஆண்டுகளில் விஞ்ஞானங்கள், நடைமுறைக் கலைகள் ஆகிய இரண்டின் சரித்திர சம்பந்தமாகவும் அச் சொற்றொடரை வழங்குவது உதவியாக இருக்கும் என்றும் என் மனத்தில் படுகிறது. ஆயினும் அந்தச் சொற்றொடருக்குள் அடங்கியிருக்கும் கருத்தின் முக்கியத்துவம் என்னவென்றால், 'தூய' விஞ்ஞானத்துக்கும், 'பயன்படு' விஞ்ஞானத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைப் பற்றிக் குழப்பமடைந்த பாமரர்களுக்கு அது உண்மையாகவே உதவியளிக்கலாம் என்பதுதான். சென்ற நூறு ஆண்டுகளில் விஞ்ஞானமும் தொழிற் கலையும் ஒன்றோடொன்று நெருங்கப் பின்னி

அனுபவ-அறிவின் அளவு - degree of empiricism. தொழிற்கலை technology. தூய - pure. பயன்படு - applied.

இணைந்துவிட்டன. ஆகையால் அந்தத் துறைகளைப் பயிலுவோரும்கூட விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகள் செய்யும் காரியத்தைப் பகுத்தாராய முயலும்போது எவ்விதமான உறுதியும் இல்லாமலிருக்கிறார்கள். ஆயினும், வெவ்வேறு தொழிற் துறைகளில் உழைத்துவரும் விஞ்ஞானிகள் (அந்தந்தத் துறைகளில், தங்கள் தங்கள் காரியங்களில்) விஞ்ஞான அறிவைப் பயன்படுத்தக் கூடிய அளவில் அதிக வித்தியாசம் இருக்கிறது என்று பௌதிக விஞ்ஞானங்களிலும் நவீன தொழில்துறையிலும் பழக்கமுள்ளவர்கள் எடுத்த உடனேயே ஒப்புக்கொள்வார்கள்.

நான் ஒரு மிகவும் முக்கியமான விஷயம் என்று எண்ணும் இதற்கு ஓர் உதாரணமாக ஒளியியல் கருவிகளைச் செய்யும் தொழிலுக்கும் ரப்பர் டயர்களை இயற்றும் தொழிலுக்கும் உள்ள வேற்றுமைகளைக் கவனிப்போம். டெலிஸ்கோப்புகள், மைக்ரோஸ்கோப்புகள், காமிராக்கள் முதலியவைகளுக்கு வேண்டிய லென்சுகள் ஆடிகள் ஆகியவற்றின் அமைப்புத் திட்டம் 150 ஆண்டுகளுக்கு முன்னால் விவரிக்கப்பட்டதாயும், எளிய கணித-ரீதியில் வெளியிடக் கூடியதாயும் உள்ள ஒளிக் கோட்பாட்டை அடிப்படையாக உடையது. இந்தக் கோட்பாட்டின் துணையையும், உபயோகப்படுத்தப்படும் கண்ணாடிகளின் பண்புகளின் சில அளவுகளையும் கொண்டு, ஒளியியல் கருவி-அமைப்பின் வேலைத் திறனை மிகவும் திருத்தமாகக் கணக்கிட முடியும். ஒளியியல் துறையில் கோட்பாட்டறிவு அத்துணை நிறைவுள்ளதாக இருப்பதால், பௌதிகத்தின் இந்தக் கிளையில் அனுபவ-அறிவின் அளவு குறைவாக இருக்கிறது என்று

ஒளியியல் - optics. ரப்பர் டயர்கள் - rubber tyres. டெலிஸ்கோப்பு- telescope. மைக்ரோஸ்கோப்பு - microscope. காமிரா - camera. (படம் பிடிக்கும் பெட்டி). லென்சு - lens. ஆடி - mirror. அமைப்புத்திட்டம். design. கருவி அமைப்பு - equipment. வேலைத்திறன் - performance.

சொல்லலாம். ஒளியியல்-கைத்தொழில் கோட்பாடு அவ்வளவு பயனுள்ளதாக இருப்பதால் அதில் அனுபவ-அறிவின் அளவு குறைவாக இருக்கிறது. ரப்பர் டயரை இயற்றுவதன் கதை வேறு. ரப்பரோடு என்ன என்ன பதார்த்தங்களைக் கலக்கவேண்டும் என்று கணக்கிடுவதற்கு வேண்டிய ஓர் ஆதாரத்தை அளிப்பதற்கு ஒளிக்கோட்பாட்டுக்குச் சமானமாக அந்தத் துறையில் யாதொன்றும் இல்லை. அந்தச் செய்முறைக்கு அடிப்படையான இரசாயன மாறுபாட்டுக்கு 'வல்க்கனேஸேஷன்' என்று பெயர்; ஆனால் அந்தச் செயலைக் கோட்பாட்டு ரீதியில் முறைப்படுத்திக் கூறுவது எப்படி என்று மிகத் தெளிவாகத் தெரிந்தவர் இன்றளவும் எவரும் இல்லை. இதற்கு இன்றியமையாத பதார்த்தம் என்று நெடுங்காலமாக எண்ணப்பட்டு வந்த கந்தகத்தின் செயலும், 'ஊக்கிகள்' என்று கூறப்படும் வேறு சில இரசாயனப் பொருள்களின் செயலும் மிகச் சிறிதே அறியப்பட்டுள்ளன. அந்தச் செயல் முறை முழுவதும் செய்து-பிசகி-பயறி முறையால் படிப்படியாக அமைக்கப்பட்டது. அந்த முறைப்படி செய்யப்பட்ட ஏராளமான பரிசோதனைகள் நாடிய அறிவை முடிவில் அளித்தன. இம்முறையை ஒரு முதல்தரமான சமையற்காரன் பெற்றுவரும் அறிவோடு ஒப்பிடலாம். இந்தத் தொழில் துறையில் அனுபவ-அறிவின் அளவு மிக அதிகம். ரப்பரைப் பற்றிய இரசாயனத்தைப் பரந்த கோட்பாட்டு ரீதியில் முறைப்படுத்திக் கூறியிருக்கும் அளவானது இந்தத் துறையில் எத்துணை குறைவாக இருக்கிறது என்பதை இது விளக்கிக் காட்டுகிறது.

ஒளியியல் கைத்தொழில் - optical industry. பதார்த்தம் - ingredient. இரசாயன மாறுபாடு - chemical change. வல்க்கனேஸேஷன் - vulcanisation. கந்தகம் - sulphur. ஊக்கி - accelerator.

ஒப்பிட்டுக் கூறும் விவரணங்கள் எல்லாவற்றிலும் நிலைத்தானங்கள் இருப்பது போலவே, பிரமாணங்களுக்கும் சில நிலைத்தானங்கள் இருப்பது அவசியம். ஆகையால், (சமையற்கலை, கண்ணாடி ஊதுதல், மத்திய காலத்திய உலோக - உருக்குக் கலை போன்ற 'கலை' யறிவு உட்பட) விவேக ரீதியில் தத்துவமுறைப்படியான பகுத்தாராய்வில் நாம் மேலும் பிரவேசிக்க வேண்டாம். அடிப்படையில் அனுபவ - அறிவால் ஏற்பட்ட செயல்முறைகளுக்கு ஓர் உதாரணமாக நவீன விஞ்ஞானம் தோன்றுவதற்கு முன்னர் கம்மியரும் நவீன-அடுக்களைச் சமையற்காரியும் செய்துவந்த காரியங்களை எடுத்துக்கொள்ளலாம். இதில் அனுபவ - அறிவின் அளவு கிட்டத்தட்ட நூறுக்கு நூறு என்று கூசாமல் சொல்லலாம். நம்முடைய அளவுத் திட்டத்தின்படி அனுபவ - அறிவின் அளவு பூச்சியம் என்று வைத்துக்கொள்ளும்படி மிகக் குறைவாயிருப்பதற்கு ஓர் உதாரணம் காட்ட, நிலமளக்கும் 'சர்வேயரின் வேலையைக் கவனியுங்கள்' என்று சொல்வேன். இதில் கோட்பாட்டுச் சட்டகம் பெரும்பான்மையும் கணிதத்தின் ஒரு கிளையாகிய ஜியோமிதியாக உள்ளது. கருவிகளை அமைப்பதிலும், அவைகளைத் திறம்படக் கையாளுவதிலும் மிகச் சிறு அளவில் தவிர, அனுபவ விளைவான செயல்முறைகள் இத் துறையில் இல்லாமை நன்கு தெரிகிறது. ஆகையால், இந்த நூலைப் படிக்கும் வாசகர்களில் விஞ்ஞானத்தோடாவது தொழிற்கலையோடாவது குறைவான பழக்கம் உள்ளவர்கள் யாராவது இருந்தால், அவர்கள் கதிக் கருவி, அளக்கும் கருவிகள் முதலியவற்றை உடைய சர்வேயரை

நிலைத்தானங்கள் - fixed points. பிரமாணங்கள் - standards, சர்வேயர் - surveyor. சட்டகம் - framework. ஜியோமிதி - geometry. கதிக் கருவி - transit instrument.

ஒரு புறமும், மறுபுறம் 'கிராண்டு ஹோட்டேலின்' தலைமைச் சமையற்காரனையும் அப்போதைக்கப்போது தம் மனக்கண்ணின் முன்னே நிறுத்திக்கொண்டால், அனுபவ-விளைவான அறிவின் அளவு பூச்சியத்தில் தொடங்கி நூறு வரையில் உள்ள காரிய வரிசைகளைக் காணமுடியும்.

விஞ்ஞான அறிவுக்கும் கம்மியர், விவசாயி, வைத்தியர் முதலியோரின் நடைமுறைக் காரியங்களுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை அப்போதைக்கப்போது நாம் கவனித்து வருவோம். ஆச்சரியப்படத் தக்க மிக நெடுங்காலமாக விஞ்ஞான முன்னேற்றங்களும் நடைமுறைக் கலைகளின் அபிவிருத்திகளும், அவற்றை ஒன்றோடொன்று சம்பந்தப் படுத்தக்கூடிய யாதோர் இணைப்பும் இல்லாமலிருந்த போதிலும், ஒருபோகாக நடைபெற்றுவந்தன என்பதை நாம் காணப்போகிறோம். நவீன விஞ்ஞானம் பிறந்தது (அதன் பிறப்புக்கு முற்பட்டுப் பண்டைப் பழங்காலம்வரை செல்லும் நீண்ட காலத்தை விட்டுவிட்டால்) சுமார் 1600 வாக்கில் என்று வைத்துக்கொள்ளலாம். அப்படியானால், நடைமுறைக் கலைகள் விஞ்ஞானத்தின் மூலமாக அதிகப் பயன் அடைவதற்குச் சுமார் இருநூறு வருஷங்களோ அதற்கு மேலோ பிடித்தன என்று சொல்லலாம். வாஸ்தவத்தில், சுமார் 1870ல் மின்சாரத் தொழில்களும் சாயப் பொருள் தொழில்களும் தொடங்கி நன்கு நடந்து வருவதற்கு முன்வரை விஞ்ஞானம் உண்மையாகவே கைத்தொழிலுக்கு இன்றியமையாததாக ஆகவில்லை என்பதே என் கட்சி.

இக்காலத்தில் ஒரு நடைமுறைத் துறையில் காணப்படும் அனுபவ - அறிவின் அளவு அதற்கு ஈடாக உள்ள

கிராண்டு ஹோட்டேல் - Grand Hotel. ஒருபோகாக - parallel. பண்டைப் பழங்காலம் - antiquity. பிறப்புக்கு முற்பட்ட - pre-natal. சாயப் பொருள் - dyestuff.

விஞ்ஞானத் துறையை, பரந்த மனக்கோட் திட்டங்களின் மூலமாக, எந்த அளவில் முறைப்படுத்திக் கூறமுடியும் என்பதையே பெரும்பான்மையும் பொறுத்திருக்கிறது. இதைச் சுட்டிக் காட்டிவிட்டு இந்தச் சர்ச்சையை இதோடு நிறுத்திக்கொள்வோம். ஆகையால், அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதற்கோ அல்லது கோட்பாட்டின் எல்லையை விரிப்பதற்கோ ஏற்ற ஒரு நல்ல முயற்சியாக விஞ்ஞானத்தைக் கருதலாம். இந்த விஞ்ஞானக் காரியத்தின் மூலமாகக் கிடைக்கும் அறிவை நடைமுறையில் பயன்படுத்த முடியுமா என்னும் எண்ணமே இல்லாமல் ஒரு விஞ்ஞானக் காரியம் மேற்கொள்ளப்பட்டால், அதைத் 'தூய' விஞ்ஞானத்தின் பகுதி என்று சொல்லுவதே பொருந்தும். ஆனால், 'தூய' என்னும் இந்தப் பெயர்-உரிச்சொல்லிலே பொருந்திய சில அனுஸ்வரங்கள் திருப்தியானவை அல்ல. இதுவுமன்றி, கோட்பாடுகளில் அக்கறை கொண்ட விஞ்ஞானிகளுக்கும் நடைமுறைக் கலைகளில் அக்கறை கொண்ட விஞ்ஞானிகளுக்கும் இடையே மேல் கீழ் என்னும் மதிப்பு வரிசை ஒன்று இருப்பதாக இது குறிப்பது போலும் தோன்றுகிறது. ஆகையால், 'ஆதார விஞ்ஞானம்' என்னும் சொற்றொடரே அடிக்கடி வழங்கப் படுகிறது. இந்த விஞ்ஞானிகள் செய்துவரும் முக்கியமான காரியங்களில் பெரும்பான்மையானவை அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதற்கான முயற்சி என்னும் தலைப்பில் அடங்கும் என்று நம்புகிறேன். அவற்றுள் ஒரு வகைக்கும் மற்றொரு வகைக்கும் இடையே உள்ள பேதம் எல்லாம் அவற்றைத் தூண்டும் காரணத்தில் மட்டும்தான். விஞ்ஞானம் என்னும் சிறந்த கட்டுக்கோப்பை விஞ்ஞானத்தின் பொருட்டே தங்களுடைய மனத்தில் கொண்டவர்கள்

ஆதார விஞ்ஞானம் - basic science. கட்டுக்கோப்பு - fabric.

கோட்பாட்டறிவின் எல்லையை விரிவாக்கப் பயன்படும் எந்த வழியிலும் செல்லத் தயாராயிருக்கிறார்கள். வேறு சிலர் நவீன உடை பூண்ட பண்டைக்கால நடைமுறைக் கலைகளில் ஏதாவதொன்றில் முதன்மையான கருத்துள்ளவர்களாக இருக்கிறார்கள். அந்தக் கலை உலோகக் கலை போன்ற தொழிற் கலைகளில் ஏதாவதொன்றாக இருந்தால், கலாசாலையில் அவர்களுடைய துணைவர்கள் செய்து வருவதைப் போலவே, அவர்களும் அந்தத் துறையின் கோட்பாட்டறிவை விரிவடையச் செய்வதில் அக்கறை கொண்டவர்களாக இருப்பார்கள். மேலும், அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைக்கவும் அவர்கள் முயன்று கொண்டிருப்பார்கள். ஆனால் இம் முயற்சி ஒரு வரம்பிட்ட துறையில், ஒரு நடைமுறை உத்தேசத்தோடுதான் செய்யப்படுகிறது. வைத்திய-விஞ்ஞானி உலோகக் கலைஞனைப் போன்றவர்; ஆனால், மேன்மேலும் சிறந்த உலோகங்களை இயற்றுவது அவருடைய குறிக்கோள் அன்று, மக்களை மேன்மேலும் ஆரோக்கியம் உள்ளவர்களாக ஆக்குவதே அவருடைய மேற்கோள் ஆகும். இருவரும் பயன்தரு விஞ்ஞானத் துறையில் உழைப்பவர்கள்தான்.

ஆகையால், 1950ஐ அடுத்துள்ள ஆண்டுகளில் ஒரு சிக்கலான நிலை ஏற்பட்டிருப்பதைக் காண்கிறோம். சுமார் மூன்று நூற்றாண்டுகளுக்கு முன் கம்மியருடைய செய்து-பிசகி-யறிப் பரிசோதனைகள் கணித விற்பன்னருடைய அனுமான-ஊகமுறையோடு இணைபிரியாததாக இருந்தது. இந்தச் சேர்க்கையின் சந்ததியார்கள் பலர் மீண்டு, பல தலைமுறைகளுக்குப் பின், 'மாசுற்ற மேனிக் கம்மியர்'

கோட்பாட்டறிவு - theoretical knowledge. வைத்திய விஞ்ஞானி - medical scientist. உலோகக் கலைஞன் - metallurgist. அனுமான ஊக முறை - deductive method. மாசுற்ற மேனிக் கம்மியர் - sooty empiric.

களுக்கு அவருடைய வேலையில் துணைசெய்வதற்கு வந்து சேர்ந்திருக்கின்றனர். அப்படி வந்தபோது, பயன்தரு விஞ்ஞானி தம்முடைய பழைய மூதாதையர்களில் சிற்சிலரை நேருக்கு நேராகவே காண்கிறார் என்று ஒருவாறு சொல்லலாம். ஏனென்றால், அவர் ஒரு தொழில் - சோதனைச்சாலையில் வேலை செய்யும்போது, பண்டைப் பழங்காலத்துக் கம்மியர்கள் பின்பற்றி வந்த அனுபவ - அறிவை ஒருவாறு ஒத்ததான ஓர் ஆதாரத்தைக் கொண்டு, ஒரு நடைமுறைக் காரியத்தின் பொருட்டுப் பலவேளைகளில் பரிசோதனைகளை நடத்திவர வேண்டியிருக்கிறது. அனுபவ-அறிவின் அளவு எந்தெந்த நடைமுறைக் கலைகளில் இக்காலத்திலும் அதிகமாகக் காணப்படுகிறதோ அவற்றில் மிகச் சிறந்த விஞ்ஞானப் பயிற்சி உடையவரும் மிகவும் நவீனக் கருவிகளை உபயோகிப்பவரும் முழுதும் அனுபவ - அறிவான செயல் முறைகளையே பலகாலும் பின்பற்ற நேரிடுகிறது. ஒரு புறம் அவர்கள் தம்மால் கூடியவரை அனுபவ - அறிவின் அளவைக் குறைக்கப் பாடுபடுவார்கள்; மறுபுறம், தம் முடைய கைவசமுள்ள அறிவையும் முறைகளையும் உபயோகித்து, அந்தக் கலையை அபிவிருத்தி செய்ய முயலு வார்கள். சுருங்கக் கூறின், இந்நாளில் விஞ்ஞான முன்னேற்றங்களும் நடைமுறைக் கலைகளின் அபிவிருத் தியும் ஒன்றோடொன்று கைகோத்துச் செல்லுகின்றன.

விஞ்ஞானமும் தொழிற்கலையும்

விஞ்ஞான முறை என்று சொல்லப்படுவதைப் பற்றிக் கூறும் இந்த அத்தியாயத்தில், விஞ்ஞான அறிவின் முன்னேற்றத்தைக் குறித்தே இதுவரை அதிகக் கவனம் செலுத்தி வந்தேன். அப்படிச் செய்கையில், நடைமுறைக்

கலைகளிலும், குறிப்பாக, சிற்பியின் செய்து-பிசகி-யறி முறைகளிலும் ஏற்பட்ட முன்னேற்றத்தைப் பரிசீலனை செய்யச் சந்தர்ப்பம் கிடைத்தது. சென்ற 150 வருஷங்களாக, விஞ்ஞானத்திலும் தொழிற்கலைகளிலும் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்களைப் பற்றி நான் வரைந்த சித்திரம் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றியும் விளக்கம் அளிக்கும் என்றே நம்புகிறேன். ஆயினும், தொழிற்கலையைப் பற்றிய விஷயம் அதில் குறைவாக இருக்கிறது. ஏனென்றால், அக்கால விஞ்ஞானத்தைப் பற்பல நடைமுறைக் காரியங்களின் பொருட்டுப் பயன்படுத்தியவர்கள் செய்துள்ள அரும்பெரும் பிரயத்தனங்களைப் பற்றி வாசகர்கள் நன்கு தெரிந்துகொள்ளும்படி நான் விவரமாகச் சொல்லவில்லை; இதில் சந்தேகமில்லை. சுருங்கக்கூறின், எஞ்ஜினியரிங்கைப் பற்றி நான் அநேகமாக ஒன்றுமே சொல்லவில்லை. இது ஒரு குறைதான். பின்வரும் அத்தியாயங்கள் இதற்கு ஓரளவு பரிகாரம் அளிக்கும். ஆயினும், பௌதிக விஞ்ஞானங்களைத் தொழில்துறையில் பயன்படுத்திய நவீன சரித்திரத்தைச் சீராகக் கவனிக்க வேண்டுமானால், கட்டடம், இயந்திரம், மின்சாரம், ஆகாயக்கப்பல், இரசாயனம் — என்பவைகளை ஒட்டிய பற்பல எஞ்ஜினியரிங் துறைகளின் சரித்திரத்தைக் கூறினால் மட்டுமே அவ்வாறு செய்ய முடியும். அப்படிப்பட்ட சரித்திரம் இல்லாவிட்டால், கலைச் சொற்களுக்கும் வரையறைகளுக்கும் யாதொரு உறுதித் தன்மையும் இராது. முதலில் இருந்த எஞ்ஜினியர்கள் இராணுவத் துறையைச் சார்ந்தவர்கள். பின்பு நிலத்தை அளத்தல், படங்களை வரைதல் என்ற இரண்டு இராணுவ மல்லாக் காரியங்களிலும் தொழில்புரியத் தொடங்கினார்கள். 'சிவில் எஞ்ஜினியரிங்'

தொழிற்கலை - technology. எஞ்ஜினியரிங் - engineering. கலைச்சொற்கள் - terminology. வரையறை – definition. இராணுவ – military. சிவில் எஞ்ஜினியரிங் - civil engineering.

என்பது ஒரு தொழில் ஆயிற்று. பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டில் நெடுங்காலம் வரை, சிவில் எஞ்ஜினியர் என்பவர் நிலத்தை அளப்பவரும், பாலங்களையும் கால்வாய்களையும் பாதைகளையும் அமைப்பவருமாக மட்டும் இருக்கவில்லை; இயந்திரங்களையும் பற்றி அவர் அக்கறை கொண்டிருந்தார். நீராவி-எஞ்ஜின் மூலமாகப் புகழ்பெற்ற வாட்டு என்பவரை அவருடைய சமகாலத்தினர்கள் ஒரு வெறும் எஞ்ஜினியராக மட்டும் கருதவில்லை; **சிவில்** எஞ்ஜினியர் என்றே அவரை மதித்து வந்தார்கள்.

1700 முதல் பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் நடுக்காலம் வரை, நீராவி எஞ்ஜின்களிலும் மற்றெல்லா வகையான இயந்திரங்களிலும் ஏற்பட்ட அபிவிருத்தி முழுதும் தங்களைப் புத்தமைப்பாளர்கள் என்றோ அல்லது எஞ்ஜினியர்கள் என்றோ சொல்லிக்கொண்டவர்களின் செயலாகவே இருந்தது. புதிய கருவிகளை அமைப்பதும் அவைகளை நிலையங்களில் பொருத்துவதும் ஆகிய காரியங்கள், வேறு துறைகளில் ஈடுபட்டிருந்தபோதிலும், புத்தமைப்பாளராக இருந்தவராயும், தங்களை எஞ்ஜினியர்கள் என்று பலகாலும் கருதி வந்தவர்களாயும் உள்ளவர்களால் செய்யப்பட்டன. இயந்திரக் கலை என்பது அந்தக் காலத்தில் நடுத்தர அளவில் அனுபவ-அறிவு அடங்கியிருந்ததாயும், நன்கு அபிவிருத்தி பெற்றிருந்ததாயும் உள்ள ஒரு விஞ்ஞானமாக ஆகிவிட்டது. ஆகையால், மத்திய காலத்துக் கம்மியர்களைப் போலவே, இந்த நடைமுறைத் துறையில் உழைத்து வந்த மக்கள் எல்லோரும் செய்து-பிசகி-யறி முறையிலேயே வேலை செய்து வந்தார்கள். ஆயினும், கோட்பாட்டுத் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்துவதற்கும் கணிதக் கணக்குக்களை

நீராவி எஞ்ஜின் - steam engine. வாட்டு - Watt. புத்தமைப்பாளர் inventors. பொருத்துவது - installation. இயந்திரக் கலை - mechanics.

உபயோகிப்பதற்கும் அவர்களுக்குப் பல தடவைகளில் சந்தர்ப்பம் வாய்த்து வந்தது. கடைசியாக, இந்த வகையான வேலையின் முக்கியத்துவம் காரணமாக, இயந்திர-இயல்-எஞ்ஜினியரிங் ஒரு தனித் துறை என்று ஒப்புக்கொள்ளப் பட்டது. ஆகவே, சற்றேறக்குறைய அதே காலத்தில் (பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடுவில்), தொழில்துறையில் விஞ்ஞானத்தைப் பயன்படுத்துவதற்கு ஏற்றதென்று காட்டக் கூடிய துறையாக மின்சார எஞ்ஜினியரிங் ஆகி விட்டது இந்நாளில் பொதுவாகப் பார்த்தால், தொழில் துறை முழுவதிலும், எல்லா வகையான நடைமுறைக் காரியங்களின் பொருட்டாகவும், இயந்திரங்களையும் கருவியமைப்பையும் திட்டமிடுவதிலும் அமைப்பதிலும், எஞ்ஜினியர்கள் அக்கறை கொண்டிருக்கிறார்கள். அவர்கள் இல்லாவிட்டால், நம்முடைய தொழில்துறை நாகரிகமே இல்லாமல் போய்விடும். அவர்களில் சிலர் மற்றவர்களைக் காட்டிலும் அதிகமாக 'அபிவிருத்தி வேலை' என்று சொல்லப் படும் புதிய வழிகளில் ஈடுபட்டிருக்கிறார்கள். அவர்கள் பயன்தரு விஞ்ஞானிகளோடு தங்களுடைய பலத்தையும் சேர்த்துக் கொள்ளுகிறார்கள். இதைப் பின்வருமாறு சொல்வது தகும் என்று தோன்றுகிறது: எஞ்ஜினியர்களாகப் பயிற்சி பெற்றவர்கள் பயன்தரு விஞ்ஞானத்தை (அதிலுள்ள அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறித்து) முன்னேறச் செய்வதையும், இதற்கு மறுபுறமாக, விஞ்ஞானிகளாகப் பயிற்சி பெற்றவர்கள் எஞ்ஜினியர்களாக வேலை செய்வதையும் அடிக்கடி காண்கிறோம்.

நவீனகாலக் காட்சியை வாசகர்களுக்குப் பொதுப்பட விளக்கிக் காட்ட வேண்டும் என்னும் என் கருத்து, அவருக்குப் பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிய விளக்

இயந்திர இயல் எஞ்ஜினியரிங் - mechanical engineering.

கத்தை இன்னும் நன்றாக அளிக்கவேண்டும் என்னும் என் ஆசையைப் பின்னிடச் செய்து, தான் முன்னேறிவிட்டது. எஞ்ஜினியர்களும் விஞ்ஞானிகளும் செய்துவரும் காரியங்கள் ஒன்றின்மேல் ஒன்று எவ்வளவு படிகின்றன என்பதையும், அவர்கள் ஒருவரோடொருவர் எவ்வளவு ஒத்துழைக்கக் கூடும் என்பதையும், பரிசோதனை ஆராய்ச்சியாளர்களின் செயல்முறைகளைப் பற்றிச் சிறிதும் பழக்கமில்லாதவர்களுக்குப் புரியும்படி வர்ணிப்பது கஷ்டம். ஆகையால், அரசாங்கத்திலும் தொழில் துறையிலும் விஞ்ஞானத்தையும் எஞ்ஜினியரிங்கையும் ஒழுங்குபடுத்துவதைப் போன்று இந்நாளில் காணப்படும் சில அவசரமான பிரச்சினைகளைப் பிற்பாடு கவனிக்கலாம் என்று ஒதுக்கி வைப்போம். அதற்கு முன் சில நிகழ்ச்சி-வரலாறுகளைப் பரிசீலனை செய்தாகவேண்டும். பதினேழாம் நூற்றாண்டில் தோன்றிய புதிய பரிசோதனைத் தத்துவ-ஞானம் நாம் வாழும் இந்தக் காலத்தில் நடைமுறைகளோடு எப்படி இழைகோத்துப் பின்னிக்கிடக்கிறது என்று கவனிப்பதற்கு முன், அந்தத் தத்துவ ஞானத்தையும் கூர்ந்து கவனிப்பது அவசியம்.

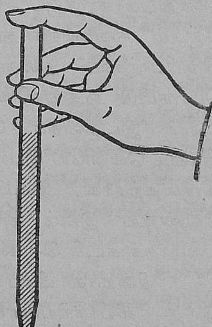
நிகழ்ச்சி- வரலாறு - case-history.

வாயுமண்டல அழுத்தக் கோட்பாட்டின் வளர்ச்சி

ஒரு பீப்பாயின் உள்ளிருக்கும் திரவத்தை அதிலிருந்து வெளியே வடிக்க வேண்டுமானல், அதன் அடிப்புறத்தில் ஒரு துளையும் அதன் மேற்புறத்தில் மற்றொரு துளையும் இருக்கவேண்டும் என்பது மிக நெடுங்காலமாக மக்களுக்குத் தெரிந்த விஷயம். அடித் துவாரத்தின் வழியாக ஓயின் வெளியே வரும்; மேல் துவாரத்தின் வழியாகக் காற்று உள்ளே புகும். அதைப் போலவே, ஒரு குழாய்க்குள் ஒரு திரவத்தை உறிஞ்சி, குழாயின் மேல் துளையைக் கை விரலால் அடைத்தால், அடைத்த விரலை எடுக்கும் வரை அதிலுள்ள திரவம் வெளியே ஒழுகாது என்பதும் எல்லோருக்கும் தெரியும். இதுதான் பிப்பெட்டின் தத்துவம் (படம் 1). அரிஸ்டாட்டிலுக்கு முந்திய காலம் முதற்கொண்டே இதையொத்த கவனக் குறிப்புக்களைச் சர்ச்சை செய்து வந்திருக்கிறார்கள். பதினேழாம் நூற்றாண்டுக்கு முன்னால் இதைப் பற்றிப் பலரும் ஒன்றுபோலச் சொல்லி வந்த பிரமாண விளக்கம் இக்காலத்தில் நம்முள் பலரும் சொல்லக்கூடியது போலவே பெரும்பான்மையும் இருந்தது. 'காற்றை உள்ளே விடுவதற்குப் பீப்பாயின் மேற்புறத்தில் ஒரு துளை இருந்தாகவேண்டும்; அப்படியில்லாவிட்டால், திரவம் வெளியே வராது.' நெருக்கிப் பிடித்தால், இக்கால மனிதன் (அல்லது ஸ்திரீ)

ஓயின் - wine (மதுபானம்). பிப்பெட்டு - pipette. அரிஸ்டாட்டில் - Aristotle (பண்டைக் கிரேக்க நாட்டுப் பேரறிஞர்). பிரமாண விளக்கம் - standard explanation.

இப்படிச் சொல்வது அவ்வளவு துல்லியமானதில்லை என்று ஒப்புக் கொள்வான், சந்தேகமில்லை. வெளியே திரவம் சொரிவதன் விளைவாகவே மேலிருந்து காற்று உள்ளே வருகிறது என்று அவனோ, அவளோ அநேக மாகச் சொல்லலாம். திறமையோடும் ஆதரவோடும் அதைப் பற்றிக் குறுக்கு விசாரணை செய்தால், வாயு மண்டல அழுத்தத்தின் செயலைப் பற்றி ஏதோ சில விஷயங்கள், சற்று முன்பின்னாக, வெளிப் படலாம். தாங்கள் உயர்தரப் பள்ளியில் படித்த பௌதிகப் பாடத்தை நினைவில் வைத்துக் கொண்டிருப்பவர்கள் அனேக மாகப் பின்வருமாறு விடை சொல்லலாம். 'பிப்பெட்டிலும் பீப்பாயிலும் உள்ள திரவம் வெளியே சொரிந்துவிடாதபடி வாயுமண்டல அழுத்தம் தடுக் கிறது; பிப்பெட்டின் மேல் புறத்திலிருந்து விரலை எடுப் பதும், அல்லது பீப்பாயின் மேற்புறத்தில் ஒரு துளையை இடுவதும் திரவத்தின் மேல் மட்டத்தில் வாயுமண்ட அழுத் தத்தை உறைக்க விடும் பொருட்டே யாகும். அப்படிச் செய்தால், அந்தத் திரவத்தின் மேற்புறத்திலும் அடிப் புறத்திலும் வாயு மண்டல அழுத்தம் அனேகமாகச் சமமாகவே இருக்கும்; ஆகையால், எக்காரணத்தால்



படம் 1. ஒரு பிப்பெட்டு. ஒரு சிறிய குழாயில் திரவத்தை உறிஞ்சி, அந்தக் குழாயின் மேல் முனையில் விரலை அழுத்திப் பிடித்தால், அந்தத் திரவம் வெளியே ஒழுகாது.

குறுக்கு விசாரணை - cross-examination.

தரையை நோக்கிக் கல் விழுகிறதோ, அதே காரணத்தால் திரவமும் வெளியே சொரிகிறது.'

ஆனபோதிலும், மத்திய காலத்து அறிஞர்கள் இந்த நிலையின் விவேக ரீதியான மதிப்பை வேறு விதமாகத் தொடர்ந்திருப்பார்கள். பீப்பாயின் மேற்புறத்திலுள்ள துவாரமோ அல்லது பிப்பெட்டின் மேற்புறத்திலுள்ள துளேயோ காற்று உள்ளே புகுவதற்கு அவசியம் என்று சொல்லியதை வெறும் சொல்லளவில்தான் அவர்கள் புரிந்துகொண்டிருப்பார்கள். ஏனென்ருல், அவர்கள் பிர பஞ்சம் நிறைவுள்ளது என்ற பாவனேயோடு தொடங்கி யிருப்பார்கள். ஆகையால், திரவத்துக்கு இடம் விடும் பொருட்டு ஒதுங்கவேண்டி யிருக்கும் காற்றுக்கு ஏதாவ தோர் இடத்தைக் கொடுத்தால்தான், பீப்பாயிலிருந்து திரவம் வெளியே இயங்க முடியும் என்றும், காற்று உள்ளே வருவதற்காக இட்ட துளேயால் இந்தக் காற்றுக்கு வேண்டிய இடம் அளிக்கப்பட்டது என்றும் அவர்கள் பலமாகக் கட்சி சொன்னுர்கள்.

'நிறைந்த பிரபஞ்சம்' என்பதன் மூலமாகக் கூறிய இந்த வியாக்கியானம் ஆராய்ச்சியாளர்களுக்குப் பல தலேமுறைகளாகத் திருப்தி யளித்துவந்தது. அரிஸ்டாட் டிலின் நூல்களுக்கு மத்தியகாலப் புலவர்கள் பொருள் கூறியவாறு' அந்நூல்கள் உலகத்தைப் பற்றிக் கூறியுள்ள கொள்கையின் பிரிக்கொணுப் பகுதியே அது. உலகத்தைப் பற்றிய இந்தக் கொள்கையைச் சரியாக விளக்கவேண்டு மானல் அதற்குப் பல அத்தியாயங்கள் வேண்டியிருக்கும். 'இயற்கை வெற்றிடத்தை வெறுக்கும்' என்பது ஒரு பிரபஞ்ச தத்துவம் என்று அரிஸ்டாட்டிலின் வர்க்கத்தைச்

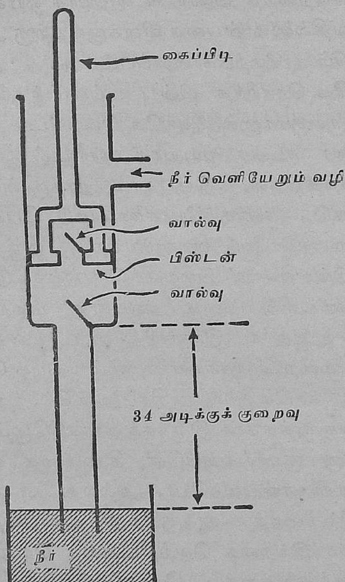
நிறைந்த பிரபஞ்சம் - full universe. **இயற்கை வெற்றிடத்தை வெறுக்கும்** - Nature abhors a vacuum.

சேர்ந்தவர்கள் வழங்கிய சொற்றொடர் ஒன்றைப் பொறுக்கி எடுத்து, அதை விபரீதமாக்கிப் புரளி செய்யலாம். பீப்பாயி லுள்ள ஒற்றைத் துளையின் வழியாக ஒயின் ஏன் வெளியே சொரிவதில்லை என்பதை விளக்குவதற்கு அரிஸ்டாட்டிலின் தத்துவம் மேற்கொள்ளப்பட்டது. 'அப்படி ஒயின் வெளியே சொரிந்த பின்பு பீப்பாய்க்குள் வேறொன்றும் புகாதிருக்குமானால், அங்கே வெற்றிடம் ஒன்று ஏற்படும்; இதுவோ நடக்க முடியாத காரியம்' என்று அவர்கள் விவாதித்தார்கள். இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி யிலும்கூட, நன்கு யோசனையோடு பேசாத வேளையில், காற்றை உள்ளே வரவிடுவதற்கு ஒரு துளை இருக்க வேண்டும் என்று பலரும் சொல்லக்கூடும். இது முன் சொன்ன விஷயத்தை அலங்கார முறையில் கூறுவதே யாகும். ஆகவே இந்நாளிலும்கூட உலகத்தைப் பற்றிய விவேகமுறை நோக்கானது, நாம் ஒப்புக் கொள்ள விரும்பு வதைக் காட்டிலும் அதிக அளவில், அரிஸ்டாட்டிலின் நோக்கை ஒத்ததாக இருக்கக் காண்கிறோம்.

ஒரு குழாய்க்குள்ளே திரவத்தை எப்படி உறிஞ்ச முடிகிறது என்பதையோ, அல்லது ஓர் உறிஞ்சு பம்ப்பு எப்படி நீரைத் தூக்குகிறது என்பதையோ விளக்கு வதற்கும் இயற்கை வெற்றிடத்தை வெறுக்கும் என்னும் இதே தத்துவத்தை உபயோகப்படுத்தலாம். சிறிது காலத் துக்கு முன்வரை ஒவ்வோர் அடுக்களையிலும் தவறாமல் காணப்பட்ட கர்ணாடகமான பம்ப்பின் நவீன அமைப்பின் வேலை முறையைக் கவனிப்போம் (படம் 2). கைப்பிடியின் செயல் மூழ்கு-கருவியைத் தூக்குகிறது; மூழ்கு-கருவி பிடிப்பாக இருந்தால் தண்ணீர் உயருகிறது; அது 'மேலே

உறிஞ்சு பம்ப்பு - suction pump. கைப்பிடி - handle. மூழ்கு-கருவி - plunger. பிடிப்பாக - tight.

உறிஞ்சப்படுகிறது' என்று அடிக்கடி சொல்லுகிறோம். ஏன்? ஏனென்றால், அப்படி இல்லாவிட்டால், ஒரு



படம் 2. ஓர் எளிய தூக்கு—அல்லது உறிஞ்சு—பம்ப்பின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்ற வரிப்படம். பிஸ்டன் மேல் நோக்கி இயங்கும்போது, குழாயில் நீர் ஏறுகிறது.

வெற்றிடம் உண்டாகிவிடும்; வெற்றிடம் இருப்பதோ சாத்தியமில்லை என்று அரிஸ்டாட்டிலின் வர்க்கத்தினர்

தூக்கு - lift. உறிஞ்சு - suction. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் - cross-section. வரிப்படம் - diagram. வால்வு - valve. பிஸ்டன் - piston.

பதில் சொல்வார்கள். தவிரவும், அப்பேர்ப்பட்ட வியாக்கியானமும் பல தலைமுறைகளாகத் தத்துவஞானிகளுக்குத் திருப்திகரமாக இருந்திருப்பதாகவே தோன்றுகிறது. இதில் ஒரு சிரமம் இருக்கிறது என்னும் குறிப்பு முதன் முதலில் கலிலீயோவின் நூல்களில்தான் காணப்படுகிறது. 1638ல் வெளிவந்த **இரண்டு புதிய விஞ்ஞானங்களை ஒட்டிய சம்பாஷணைகள்** என்னும் தம்முடைய நூலில், ஓர் உறிஞ்சு பம்ப்பு ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் நீரைத் தூக்காது என்று, போகிற போக்கில், அவர் குறிப்பிடுகிறார். இந்த நிகழ்ச்சியைப் பற்றி அவர் கூறிய விளக்கம் நம்மை இங்கே தடைப்படுத்த வேண்டியதில்லை. ஏனென்றால், ஒரு நீர் ஸ்தம்பம் விட்டுப் போவதற்கும் ஒரு நீளக் கம்பி முறிந்து போவதற்கும் உள்ள ஒரு திருப்தியில்லாத உபமிதியைப் பொறுத்ததாக அது இருந்தது. விஞ்ஞான முன்னேற்றத்துக்கு இன்னும் ஒரு பேருதவி செய்வதற்கு வாய்த்த ஒரு சந்தர்ப்பத்தை இந்தப் புகழ்பெற்ற பிளாரென்ஸ் நகர விஞ்ஞானி தவறவிட்டார் என்பது குறிக்கத் தக்கது. ஏதோ ஒரு பிரச்சினை இருப்பதாகப் பெரிய விஞ்ஞானி ஒருவருக்குத் தெரியவேண்டியதுதான் தாமதம், உடனே அதற்குரிய விடையும் தானாகப் பிறந்துவிடும் என்று நினைப்பவர்கள் விஞ்ஞான சரித்திரத்தில் காணும் இந்த நிகழ்ச்சியை நன்கு சிந்தித்துப் பார்க்கவேண்டும்.

ஓர் உறிஞ்சு பம்ப்பு 34 அடிக்குமேல் நீரைத் தூக்காது. கலிலீயோ இந்த விசேஷ நிகழ்ச்சியைச் சர்ச்சை செய்யும் போது, அதை முதன் முதலாகத் தம்மைக் கவனிக்கச் செய்தவர் ஒரு தொழிலாளி என்பதுபோல் கூறுகிறார். உறிஞ்சு பம்ப்புகள் கலிலீயோவின் காலத்துக்குச் சற்று

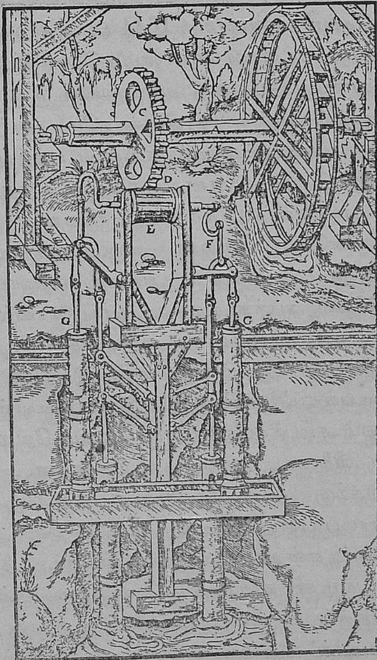
கலிலீயோ - Galileo. இரண்டு புதிய விஞ்ஞானங்களை ஒட்டிய சம்பாஷணைகள் - *Dialogues Concerning Two New Sciences.* நிகழ்ச்சி - phenomenon. நீர் ஸ்தம்பம் - column of water.

முன்பாக வந்த புத்தமைப்புக்கள் அல்ல. அதற்கு மாறாக, அவைகளின் சரிதத்தை அதற்குப் பல நூற்றாண்டுகளுக்கு முன்வரை தொடர்ந்து காணலாம். இதுவுமன்றி, அவற்றைக் காரிய முறையில் கையாண்டு வந்தவர்களுக்கு அவைகளை உபயோகிப்பதில் இருந்த வரம்புகள் நெடுங்காலமாகவே தெரிந்திருக்கவேண்டும். ஏனென்றால், சுரங்க வேலையைப் பற்றி அக்கிரிகோலா எழுதிய புகழ்பெற்ற நூலில் தொடராக இணைத்த உறிஞ்சு பம்புகளைக் காணலாம் (படம் 3). பம்பின் நீர்-தூக்கு திறனுக்கு உள்ள வரம்பைப் பற்றிக் கலிலீயோ கூறியதற்கு முன்னால் அதைப் பற்றி வேறு யாதொரு சர்ச்சையும் காணப்படாதது ஒரு விந்தையே யாகும். அந்த விஷயத்தைப் பற்றி ஒருகால் யாராவது நினைத்திருந்தாலும், பம்புகள் ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்குமேல் நீரைத் தூக்க முடியாதிருந்ததற்குக் காரணம் அவற்றின் இயந்திர அமைப்பிலுள்ள குறை என்று எண்ணியிருக்கலாம். வாஸ்தவத்தில், அக் கருவிகளிலுள்ள மூழ்கிகள் வால்வுகள் ஆகியவற்றின் அமைப்பு மிகவும் முரடாகவே இருந்தது. ஆயினும், கம்மியர்களுக்கும் புலவர்களுக்கும் இடையே அநேக நூற்றாண்டுகளாகப் பெரும் பிளவு இருந்தது என்பதற்கு இந்த மௌன நிலை ஒரு நல்ல சான்று என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. சுரங்கத் தொழிலாளிகளும், கனிப்பொருளை உருக்குபவர்களும், பம்பு வேலை செய்பவர்களும் ஒருபுறமாக இருந்தார்கள். 'வெட்டிப் பார்த்தல்' எனத்தகும் பரிசோதனை முறைகளை அவர்கள் ஓயாமல் செய்து, மேன்மேலும் நடைமுறைக் கலைகளை வளர்த்து வந்தார்கள். கணிதம்,

---

வரம்பு - limitation. அக்கிரிகோலா-Agricola. தொடராக இணைத்த-in tandem. நீர்-தூக்கு திறன்-ability to raise water. இயந்திர அமைப்பிலுள்ள குறை - mechanical imperfection. வெட்டிப் பார்த்தல் - cut-and try. நடைமுறைக் கலை - pratical art. கணிதம் - mathematics.

ஊகமுறை அனுமானம், அப்பொழுதுதான் கருவுயிர்த்த இயந்திர நூல் ஆகியவற்றைப் பேணிய பேராசிரியர்களும்



படம் 3. சுரங்க வேலையைப் பற்றி அக்கிரிகோலா பதினாறாம் நூற்றாண்டில் எழுதிய நூலில், சுரங்கங்களிலிருந்து தண்ணீரை அகற்றுவதற்குப் பம்ப்புகளை உபயோகிப்பதைக் காட்டும் ஒரு படம்.

சிற்றரசர்களின் சபைகளிலுள்ள அறிஞர்களும் மற்றொரு புறமாக ஒதுங்கியிருந்தார்கள். இந்த இரண்டு திறத்து

ஊகமுறை அனுமானம் - deductive reasoning. கருவுயிர் - embryo.
டாரிசெல்லி - Torricelli.

மக்கட் செயல்களின் இரண்டு ஓடைகளும் ஒன்றாக இணைந்த போதுதான் பரிசோதனை விஞ்ஞானம் தொடங்கிற்று.

கலிலீயோ காணத் தவறியதை அவருடைய சிஷ்யரான டாரிசெல்லி கண்டார். 1644ல், அதாவது கலிலீயோவின் பயனற்ற வியாக்கியானம் வெளிவந்து ஆறு ஆண்டுகள் ஆகிய பின்னரும், தம்முடைய குரு இறந்து இரண்டு ஆண்டுகளுக்குப் பின்னருமே வாயுமண்டலத்தையும் வாயு மண்டல அழுத்தத்தையும் பற்றிப் பொதுவான எனினும் நுட்பமான, சிற்சில கருத்துக்களை டாரிசெல்லி எழுதிக் குறித்தார். ஒரு பரந்த கற்பிதக் கொள்கை என்றோ, அல்லது அமைந்துவரும் புதிய மனக்கோட் திட்டம் என்றோ அதைக் கூறலாம். கார்டினல் ரிச்சியோடு நடந்த கடிதப் போக்குவரவில் வெளியிடப்பட்ட டாரிசெல்லியின் கருத்துக்களை நீங்கள் எப்படிக் குறிப்பிட விரும்பினாலும் சரி, 'இயற்கை வெற்றிடத்தை வெறுக்கும்' என்னும் அரிஸ்டாட்டிலின் கருத்தோடு சிறிதும் சம்பந்தமில்லாமல் முற்றும் வேறுபட்டுப் போன ஒரு நிலையை அவை காட்டுகின்றன. உறிஞ்சு பம்ப்பில் இதற்கு மேல் நீர் ஏறாது என்றும், சுமார் 34 அடி வரம்பு வாயுமண்டல அழுத்தத்தின் அளவாக இருக்கக்கூடும் என்றும் அவர் கண்டார். அவருக்கு அது எப்பொழுது எப்படித் தோன்றிற்று என்பதற்கு யாதொரு குறிப்பும் கிடைக்கவில்லை. பூமியானது ஒரு 'காற்றுக் கடலால்' சூழப்பட்டிருந்து, அந்தக் காற்றுக்கும் எடை உண்டானால், கடலின் மட்டத்துக்குக் கீழே நீரின் அழுத்தம் உறைப்பது போலவே, இந்தக் காற்றுக் கடலில் மூழ்கிய எல்லாப் பொருள்களின்மீதும் காற்றின் அழுத்தம் உறைக்கும் என்று அவர் வாதாடினார்.

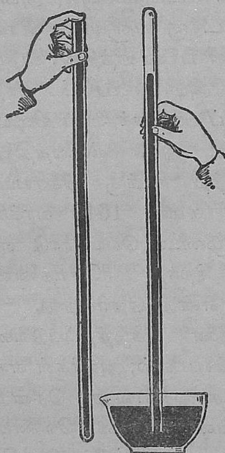
கார்டினல் ரிச்சி - Cardinal Ricci. காற்றுக் கடல் - sea of air.

பின்பு, இந்தப் பெருங் கற்பிதக் கொள்கையிலிருந்து ஓர் ஊகமும், அந்த ஊகத்தின் பரிசோதனை உறுதிப்பாடும் பெறப்பட்டன. வாயுமண்டல அழுத்தத்தால் 34 அடி உயரமுள்ள ஒரு நீர் ஸ்தம்பம் தாங்கப்படுமானால், அதைக் காட்டிலும் கிட்டத்தட்ட 14 மடங்கு பளுவான திரவத்தின், அதாவது திரவ நிலையிலுள்ள பாதரஸத்தின், ஸ்தம்பமானது $\frac{34}{14}$ அதாவது, $2\frac{3}{7}$ அடி உயரமே ஏந்தப்படவேண்டும். இது சோதித்துப் பார்க்கக்கூடிய விஷயம். அப்படிச் சோதிக்கவும் பட்டது. இந்த விஷயத்திலும் காலத்தையும் இடத்தையும் பற்றி நமக்கு நிச்சயமாக ஒன்றும் தெரியவில்லை. ஆனால், சுமார் 1640 வாக்கில் அநேகமாகப் பிளாரன்ஸில், தம்முடைய பெயரோடு என்றென்றும் இணைந்திருப்பதான சிறந்த பரிசோதனையை டாரிசெல்லி நிகழ்த்தியிருக்கலாம் என்று தெரிகிறது.

டாரிசெல்லியின் பரிசோதனை நிகழ்த்தப்படுவதை வாசகர்கள் இதுவரை பார்த்ததில்லையானால், அவர்கள் எந்த உயர்தரப்பள்ளியின் சோதனைச்சாலைக்காவது சென்று, அங்கு பௌதிக அல்லது இரசாயன ஆசிரியரை வேண்டிக் கொண்டு, தங்கள் கல்விக் குறையை நிரப்பிக் கொள்ளலாம். புரட்சிகரமான பரிசோதனைகளில் மிகவும் எளிய கருவிகளால் நடத்தக் கூடியதாயும், விஞ்ஞானத்திலும் கணிதத்திலும் மிகக் குறைந்த பயிற்சியுடையவர்களுக்கும் விளங்கக்கூடியதாயும் உள்ளவை மிகமிகச் சில. அவற்றுள் இது ஒன்று (படம் 4). சுமார் ஒரு விரல் அகல விட்டமும் 3 அடி நீளமும் உள்ளதாயும், ஒரு கோடி மூடப்பட்டதாயும் உள்ள ஒரு கண்ணாடிக் குழாயை எடுத்து, அதைப் பாதரசத்தால் நிரப்புங்கள். காற்றுக் குமிழிகளை அதிலிருந்து ஜாக்கிரதையாக நீக்கிவிட்டு, வாய் திறந்த முனை

திரவம் - liquid. பாதரசம் - mercury. விட்டம் - diameter.

யைக் கட்டை விரலாலோ ஆட்காட்டி விரலாலோ மூடி, குழாயைத் தலைகீழாகத் திருப்புங்கள். விரலால் அடைத்த முனையை வாய் திறந்த ஓர் ஏனத்திலுள்ள பாதரசத்திற் குள்ளே அமிழ்த்திப் பிடித்து, விரலை எடுங்கள். என்ன ஆச்சரியம்! அதுவரை குழாயை நிரப்பியிருந்த பாதரசம், குழாயின் மேலோரத்தில் ஒரு காலியிடத்தை விட்டுவிட்டு, சற்றே தாழ்கிறது. அந்த இடம் நிஜமாகவே காலிதான். டாரிசெல்லி இந்தப் பரிசோதனையை முதன் முதலாக நிகழ்த்திய நாளில் செய்ததைப் போல, நீங்களும் ஒரு வெற்றிடத்தை அமைத்து விட்டீர்கள். நீங்கள் வாழ்வது கடல் மட்டத்துக்கு அருகிலானால், (குழாயைப் பாதரசத்தால் நிரப்பும்போது ஜாக்கிரதையாகக் காற்றுக் குமிழிகள் இராமல் கவனித்திருந்தால்), திரவ ஸ்தம்பத்தின் உயரம் தோராயமாக 30 அங்குலமாக இருக்கும். நீங்கள் வாழ்வது கடல் மட்டத்தைவிட உன்னதமான இடத்திலானால்,



டாரிசெல்லியின் பரிசோதனை

படம் 4. குழாய் முழுவதையும் பாதரசத்தால் நிரப்பி, திறந்த முனையை விரலால் அடைத்து மூடி, குழாயைத் தலைகீழாகத் திருப்பி, 'திறந்த' முனையை ஒரு பாதரசக் கிண்ணத்திற்குள் வைத்திருக்கிறது. விரலை எடுத்தால், திரவ ஸ்தம்பம் சுமார் 30 அங்குல உயரமாக இருக்கும் வரை பாதரசம் இறங்கி விடுகிறது.

திரவ - ஸ்தம்பம் - column of liquid. வெற்றிடம் - vacuum. தோராயமாக – approximately.

அவ்வுயரம் குறைவாக இருக்கும். பல நாட்களாகக் கவனித்து வந்தால், டாரிசெல்லி விரைவில் கண்டுபிடித்தபடி, அந்த மட்டம் இறங்குகிறது என்றும், ஏறுகிறது என்றும் நீங்களும் காணுவீர்கள். இந்த வாயு மண்டல அழுத்த வேறுபாடு இப்போது தினசரிச் செய்திகளில் ஒன்றாகி விட்டது. ஆனால் பாரமானியின் மாறுபாடுகளுக்கும் வானிலைக்கும் உள்ள இந்த உறவைக் கவனித்துத் தெரிந்து கொள்வதற்குமுன் ஒரு நூற்றாண்டு கழிந்துவிட்டது.

ஒரேயடியில், கலிலீயோவின் சிஷ்யர் ஒரு புதிய கருவியைப் புத்தமைப்பாய் இயற்றிவிட்டார்; விசாலமான நடப்புக் கற்பிதக் கொள்கையிலிருந்து கிடைத்த ஊகம் ஒன்றின் உண்மையைச் சோதித்துவிட்டார்; அரிஸ்டாட்டிலின் வர்க்கத்தினர் சாத்தியமில்லை என்று சாதித்த வெற்றிடத்தையும் இயற்றிவிட்டார். இந்தப் பரிசோதனையானது மிக விரிந்த ஒரு கற்பிதக் கொள்கையின் அல்லது மனக்கோட் திட்டத்தின் ஒரு விளைவின் உண்மையைச் சோதிக்கும் எளிய முறையாக இருப்பதால், விஞ்ஞான முறைகளை ஆராய்பவர்களுக்கு இது முக்கியமானது. இந்த விரிந்த கற்பிதக் கொள்கை இந்தப் பரிசோதனைக்குக் காலத்தால் முற்பட்டது என்று சரித்திர ரீதியில் நிச்சயமாகச் சொல்வதற்றில்லை. ஏனென்றால், டாரிசெல்லி எப்படி இந்தக் கருத்தைக் கொண்டார் என்பதற்கோ, அல்லது எப்படி இந்தப் பரிசோதனையைச் செய்யலானார் என்பதற்கோ யாதொரு குறிப்பும் கிடைக்கவில்லை. நீர்ப்பம்ப்பின் விசேஷ நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றி அவருடைய குரு எழுதி வைத்த சர்ச்சைக் குறிப்புக்களைக் கவனித்தால், வாயு அழுத்தத்தைப் பற்றிய கருத்து அநேகமாக டாரிசெல்லி

பாரமானியின் மாறுபாடுகள் - barometric changes. வானிலை - weather. விசாலமான நடப்புக் கற்பிதக் கொள்கை. working hypothesis on a grand scale.

பரிசோதனை செய்வதற்கு முன்னாலேயே ஏற்பட்டிருக்கக் கூடும் என்று தோன்றுகிறது.

விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் புரட்சிகரமான கருத்துக்கள் எதிர்பாராத முறையில் வளர்கின்றன. இது நம்முடைய மனத்தைக் குழப்பும் அம்சங்களில் ஒன்று. தார்க்க ரீதியின் ஒழுங்கான சிந்தனை முறைகளின் மூலமாக முக்கியமான விஷயங்களைக் கண்டுபிடித்த மார்க்கதரிசிகள் மிகச் சிலரே யாவர். அப்படியின்றி, கற்பனையின் ஒளிச்சுடர்களோ, அல்லது 'ஞானோதயங்களோ' தொடக்கத்தில் பலகாலும் தட்டுத் தடுமாறிய அவர்களுக்கு அடிக்கடி வழிகாட்டிகளாக இருந்திருக்கின்றன. விசேஷ விருத்தாந்தம் ஒன்றில், இவை எல்லாம் எப்படி நடந்தன என்று நம்மால் படிப்படியாகப் பார்க்க முடிகிறது. இந்நூலை ஏழாம் அத்தியாயம் வரையில் முயன்று படித்து, அந்த அத்தியாயத்தையும் படித்துவிட்டால், தகனத்தைப் பற்றி லவாய்சியே கொண்டபுதிய மனக்கோள்கள் எப்படிப் பரிணமித்தன என்பதை நன்கு தெரிந்துகொள்ள முடியும்.

டாரிசெல்லியின் சிந்தனை முறைகளைப் பற்றி வழக்கமாகக் கூறப்பட்டுவரும் வியாக்கியானம் சரிதான் என்று வைத்துக்கொண்டால், அவருடைய புதிய பாரந்த கற்பிதக் கொள்கையிலிருந்து கிடைக்கும் ஊகம் ஒன்று அவர் முதலாவது பாரமானியை இயற்றியபோது உறுதியடைகிறது. அதற்குச் சில காலத்துக்குள் பிரான்ஸ் நாட்டுக் கணித விற்பன்னர் ஒருவரால் தெரிவிக்கப்பட்ட முக்கியமான மற்றோர் ஊகம் பரிசோதனைகளால் சோதிக்கப்பட்டது. விஞ்ஞானம், மத நூல் என்னும் இரண்டு துறைகளின் சரிதத்திலும் மிகச் சிறந்து விளங்குபவரான பிளெய்ஸ்

மார்க்கதரிசி - pioneer. தகனம் - combustion. லவாய்சியே - Lavoisier. பாரமானி - barometer. பிளெய்ஸ் பாஸ்கல் - Blaise Pascal.

பாஸ்கல் என்பவர்தாம் இதில் மார்க்கதரிசியாக இருந்தவர். பாரிஸ் நகரில் சிறந்த கடித எழுத்தாளர் என்று புகழ் பெற்ற மேர்சேன் சாமியாரின் மூலமாக டாரிசெல்லியின் பரிசோதனையைப் பற்றி அவர் கேள்விப்பட்டார். உடனே ரூவென் நகரில் அந்தப் பரிசோதனையை மீண்டும் செய்து பார்த்தார். மேலும் அவர் சில நீர்க் குழாய்களை ஒன்றின் மேல் ஒன்றாக வரிசையாக அடுக்கி, 34 அடி உயரமுள்ள நீர் ஸ்தம்பத்தின் மேலாக வெற்றிடம் ஏற்படும்படிக்கு ஒரு நீர்ப் பாரமானியை அமைத்தார். (ஆயினும் டாரி செல்லியின் கற்பிதக் கொள்கையைச் சோதிப்பதற்கு இது மற்றொரு தனி வழி என்று கொள்ள முடியாது). பாஸ்கல் கவனிக்கச் செய்த புதிய விளைவு இதுவாகும்: அழுத்தம் செலுத்தும் வாயுக் கடல் ஒன்றில் நாம் வாழ்கிறோம் என்றால், சமுத்திரத்தின் அடியில் இருக்கும் நிலையோடு உபமிதி கூறக்கூடியதாகவே நம்முடைய நிலையும் இருக் கிறது. பாஸ்கலும் அவர் காலத்தினரும் நீரின் அழுத் தத்தை ஒட்டிய நிகழ்ச்சிகளை நன்கு அறிந்திருந்தார்கள். ஏனென்றால் நிலைத்திரவ-இயல் விதிகள் முந்திய நூற்றாண்டி லேயே முறைபடக் கூறப்பட்டிருந்தன; பாஸ்கலே அவை களை மிக அழகாக ஒரு நூலில் விளக்கம் செய்திருந்தார். 'ஒரு தேக்கியிலோ, ஏரியிலோ, சமுத்திரத்திலோ உள்ள நீரின் மட்டத்துக்குக் கீழுள்ள அழுத்தம் அந்தந்த இடத்து ஆழத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. அடிக் கடலில் வாழும் ஜந்து ஒன்று சமுத்திரத்தின் அடித் தளத்திலிருந்து மேல் மட்டத்தை நோக்கி ஏறினால், ஒழுங்காகக் குறைந்துவரும் அழுத்தத்துக்கு அது உள்ளாகி வரும். நாம் ஒரு வாயுக் கடலில் வாழ்கிறோம் என்றால், அப்பேர்ப்பட்ட நிகழ்ச்சி

மேர்சேன் சாமியார் - Father Mersenne. ரூவென் - Rouen, நீர்ப் பாரமானி – water barometer. நிலைத் திரவ இயல் விதிகள் - Laws of hydrostatics.

வாயுமண்டலத்திலும் காணப்படவேண்டும்' என்று வாதாடினார். அழுத்தத்தை அளப்பதற்கு வேண்டிய கருவியை—அதாவது, பாதரச ஸ்தம்பத்தையுடைய குழாயைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தி அமைத்த ஒரு பாரமானியை—டாரிசெல்லி அளித்திருந்தார்.

மேற்கூறியபடி பாஸ்கல் ஒருவாறு அனுமானித்தார். மத்திய பிரான்ஸில் உள்ள ஒரு மலையில் வெவ்வேறு உயரங்களில் டாரிசெல்லியின் பரிசோதனைகளைத் தம்முடைய மைத்துனரான பேரியே என்பவரைக் கொண்டு பலமுறை நடத்த ஏற்பாடு செய்தார். இந்தச் சோதனை ஒரு தீர்மானமான - சோதனை என்றே அவர் கருதினார். 'பாதரசத்தை அந்தரத்தில் நிற்கச் செய்வது வெற்றிட வெறுப்பு அன்று; பாதரச-ஸ்தம்பத்தின் எடையைச் சமன் செய்வது உண்மையில் வாயுவின் அழுத்தமே யாகும்' என்று தாம் நம்புவதற்குத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்திய பாதரசக் குழாய்ப் பரிசோதனை ஓர் ஏதுவாக இருந்தது என்று அவர் 1647ல் எழுதிய கடிதம் ஒன்றில் குறித்திருந்தார். அப்படியிருந்தபோதிலும், இந்த நிகழ்ச்சியை விளக்குவதற்குப் பண்டைத் தத்துவமாகிய வெற்றிட வெறுப்பையும் துணைகொள்ளலாம் என்றும் அவர் அதில் சொல்லியிருந்தார். ஆனால் டாரிசெல்லியின் பரிசோதனையை மலையின் உச்சியிலும் அதன் அடிவாரத்திலும் நடத்தியபோது, இரண்டாம் இடத்தில் இருப்பதைவிட முதல் இடத்தில் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் குறைவாக இருப்பதாகக் காணப்பட்டால், அப்போது 'வாயுவின் பளுவும் அழுத்தமுமே பாதரசம் தொங்குவதன் தனிக் காரணம் ஆகும் என்பதும், வெற்றிட வெறுப்பு காரணமாகாது என்பதும்

மத்திய பிரான்ஸ்-Central France. பேரியே-Perier. தீர்மானமான-crucial. (இப்படியா அப்படியா என்று உள்ள நிலை மாறுவதற்குக் காரணமானது; அப்பேர்ப்பட்ட ஒரு மாறுதானத்தில் உள்ளது)

அவசியமாகப் பெறப்படுகின்றன. ஏனென்றால்....இயற்கையானது மலையின் உச்சியில் காட்டிலும் அதன் அடிவாரத்தில் வெற்றிடத்தை அதிகமாக வெறுக்கிறது என்று சொல்லுவது பொருந்தாது, அல்லவா'?

பாஸ்கலின் மைத்துனர் ஓர் உபகாரி. தமக்கு அளித்த காரியத்தை **1648**ம் வருஷம் செப்டம்பர் மாதத்தில் அவர் நடத்திவைத்தார். அதன் விளைவுகள் எதிர்பார்த்தபடியே இருந்தன. அவர் தேர்ந்தெடுத்த மலையின் (பை-டி-டோம்) உச்சியில் டாரிசெல்லிக் குழாய் ஸ்தம்பத்தின் உயரமானது அதன் அடியில் உள்ள உயரத்தைக் காட்டிலும் சுமார் மூன்று அங்குலம் குறைவாக இருந்தது. மலைச் சரிவில் பாதி வழியில் அந்த ஸ்தம்பத்தின் உயரம் உச்சியில் காட்டிலும் சற்று அதிகமாகவும், அடியில் காட்டிலும் மிகக் குறைவாகவும் இருந்தது. அந்தச் சோதனைகளை மூடிய இடத்தில் சிலவும், திறந்த இடத்தில் சிலவும், மழை சுமந்த மேகம் மிதந்து சென்றபோது ஒன்றுமாக, சிகரத்தின் மீது வெவ்வேறான ஐந்து இடங்களில் நிகழ்த்தியதாகவும், அப்போதெல்லாம் தமக்கு ஒரே மாதிரியான விளைவே கிடைத்ததாகவும் பேரியே அறிவித்தார். இதற்கிடையில், மலையடிவாரத்தில் நியமிக்கப்பட்டிருந்த ஒரு பரிசோதகர் அங்கு வைத்திருந்த ஒரு குழாயை அந்நேரம் முழுவதும் கவனித்துக்கொண்டிருந்தார். அதன் மட்டம் மாறவே இல்லை என்பதை அவர் கண்டார் (அதாவது அந்த நேரத்தில் வாயுவின் அழுத்தம் மாறுபடவே இல்லை).

காற்றுக் கடலையும் வாயுமண்டல அழுத்தத்தையும் பற்றிய புதிய கற்பிதக் கொள்கையிலிருந்து கிடைத்த இரண்டாவது ஊகம் உண்மைதான் என்று இவ்வாறு காணப்பட்டது. இவ்விளைவுகள் முடிவானவை என்பதில்,

பை-டி-டோம்-The Puy-de-Dome.

மற்றவர்களுக்கு எப்படியிருந்தாலும், பாஸ்கலுக்குச் சந்தேகமே இல்லை. வாஸ்தவத்தில், பை-டி-டோம் பரிசோதனைக்குப் பின்பு டாரிசெல்லியின் புதிய கருத்து ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டமாக மாறிவிட்டது என்று சொல்வது பொருந்தும். ஆயினும், அப்பேர்ப்பட்ட முடிவையும், அதைப் பற்றிப் பாஸ்கல் கொண்ட திடமான நம்பிக்கையையும் நாம் ஆட்சேபிக்கலாம். ஏனென்றால், ஏதோ ஓர் ஊகத்தின் உண்மையைப் பரிசோதனையின் மூலமாகச் சரி பார்த்துவிட்டு, அதை ஒரு கற்பிதக் கொள்கையின் உண்மைக்கு உறுதியான சான்றாகக் கருதுவது அபாயகரமானது. அத்தகைய அபாயங்களை அவருடைய காலத்துக்குப் பிற்பட்ட விஞ்ஞான சரித்திரம் நன்கு காட்டியிருக்கிறது.

பாஸ்கல் ஆலோசித்தமைத்ததும், பேரியே நிகழ்த்தியதுமான பரிசோதனையைச் சற்றே விவரமாகப் பரிசிலனை செய்வது நல்லது. ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டத்தைச் சோதனையால் நேர்முகமாகச் சோதிக்க முடியும் என்பது போலப் பேசும் வழக்கம் எளிதில் ஏற்படக் கூடியது. ஆனால், இப்படிச் சோதிக்க முடியாது என்பது முதன் முதலில் தெரிந்துகொள்ள வேண்டிய விஷயம். பெருங் கற்பிதக் கொள்கைகளிலோ மனக்கோட் திட்டங்களிலோ ஏதோ சிலவற்றைச் சோதிக்க முடிகிறதே தவிர, மற்றவைகளை நேரில் சோதிக்கவே முடியாது என்று பொதுவாகக் கூறலாம்.

ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தையும் பரிசோதனைமுறைச் சோதனையையும் இணைப்பதற்கு ஒரு நீண்ட அனுமானத் தொடர் வேண்டியிருக்கிறது. இது பார்ப்பதற்கு அற்ப

பரிசோதனை முறைச் சோதனை - experimental test. அனுமானத் தொடர் - chain of reasoning.

மாகத் தோன்றலாம்; ஆனால் உண்மையில் அப்படியில்லை. இவ்விடத்தில் எத்தனையோ தடுமாற்றங்கள் ஏற்பட்டிருக் கின்றன; முட்களைப் போல மறைந்து குத்தும் பாவனை கள் செறிந்திருக்கின்றன; இவை எல்லாம் அனுமானத் தொடரைக் குத்தி ஓட்டையாக்கிவிடும். பரிசோதனையில் காணப்படும் விஷயங்கள் இந்த மனக்கோட் திட்டத்தோடு, பரிசோதகர்கள் நம்பியிருந்த வகையில், உண்மையில், சம்பந்தப்படாமலே இருக்கலாம். மற்ற உதாரணங்களிலும் இந்த விஷயத்தை மறுபடியும் கவனிப்போம். பரிசோதனைப் பிழைகள் பரிசோதகர்களை எப்படி எல்லாம் வழி பிசகச் செய்யும் என்று பார்ப்போம். இருபதாம் நூற்றாண்டுப் பௌதிகம் புரிந்துகொள்வதற்கு மிகவும் கஷ்டமான விஷயம். அதை விளக்க முயன்றால், இந்த விவகாரம் நமக்கு வேறொரு வகையில் எதிர்ப்பட்டு வழி மறிக்கும். பரிசோதனைகளை மனக்கோட் திட்டங்களோடு இணைக்கும் அனுமானத் தொடரில் அடங்கிய சில விவேக முறைப் பாவனைகள் சந்தேகத்துக்கு இடமில்லாதவை போலத் தோன்றுகின்றன. ஆனால் மிக மிக அதிகமான வேகங் களையோ, அல்லது மிகமிகச் சிறிய நுணுக்குக்களையோ கவனிக்கும்போது அந்தப் பாவனைகளை மாற்றிக்கொள்வது அவசியம் என்பது நமக்குத் தெரியவரும்.

பரிசோதனை முறையின் தர்க்கரீதியைப் புரிந்துகொள் வதற்குப் பேரியேயின் செயல்முறைகள் நன்கு உதவுவதால் அவற்றை இன்னும் சற்றே ஜாக்கிரதையாகப் பரிசீலனை செய்வோம். புதிய மனக்கோட் திட்டத்திலிருந்து பாஸ் கல் கொண்ட ஊகத்தைப் பின்வருமாறு கூறலாம்: 'காற்றுக் கடலால் பூமி சூழப்பட்டிருந்து, காற்றுக்கும் எடை இருக்குமானால், ஒரு மலையின் அடிவாரத்தில்

அம்சங்கள்- factors.

காட்டிலும் அதன் உச்சியில் காற்றின் அழுத்தம் குறைவாக இருக்கும்.' இந்த ஊகத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட பரிசோதனை யாக அமைப்பதற்கு ஒரு நீண்ட அனுமானத் தொடர் தேவையாயிருக்கிறது. டாரிசெல்லி ஸ்தம்பத்தின் உயரமே வாயுமண்டல அழுத்தத்தின் அளவாக இருந்தால், இந்தப் பரிசோதனையை பை-டி-டோம் மலையின் உச்சியிலும் அதன் அடிவாரத்திலும் நிகழ்த்தியபோது, இடையில் அந்த அழுத்தத்தையோ, அல்லது அந்தப் பாதரச ஸ்தம் பத்தின் உயரத்தையோ வேறெந்த அம்சங்களும் பாதிக் காமல் இருக்குமானால், கவனிக்கப்படும் உயரம் இரண்டாம் இடத்தில் விட முதல் இடத்தில் குறைவாக இருக்கும்.

இந்த விவகாரத்தில் வழங்கப்பட்ட 'இருந்தால்', 'இருக்குமானல்' என்னும் சொற்கள் மிக மிக முக்கிய மானவை. இந்தப் பரிசோதனையில் வாயுமண்டல அழுத்த வேறுபாட்டினல் பிழை ஏற்படக்கூடும் என்பது தெரிந்த விஷயம். அந்தப் பிழை ஏற்படாமல் தடுப்பதற்காக, மலையின் அடிவாரத்தில் ஒரு குழாயை வைத்து, பரி சோதனை நடக்கும் நேரம் முழுவதும் கவனித்துவரும்படி பேரியே ஒருவரை நியமித்திருந்தார் என்று மேலே பார்த் தோம். ஒவ்வொரு தடவையிலும் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் அழுத்தத்தின் திருத்தமான அளவாக உள்ளது என்று நிச்ச யப்படுத்திக்கொள்ளும் பொருட்டுக் காற்றுக் குமிழிகள் எல்லாவற்றையும் ஜாக்கிரதையாகத் தாம் நீக்கியதாகவும் அவர் சொல்லுகிருர். ஏனென்ருல், வெற்றிடத்தில் ஒரு சிறு குமிழி ஏறிவிட்டாலும், அது பாதரசத்தை நன்கு தாழச் செய்துவிடும். இந்தக் காரியங்களைக் கையாளும் போது தம்முடைய முயற்சி கைகூடிவிட்டது என்று தாம் நிச்சயித்தது எப்படி என்பதை அவர் சொல்லவில்லை. மேலும், அவர் மீண்டும் மீண்டும் செய்த பரிசோதனைகள்

ஒன்றையொன்று அவ்வளவு ஒத்திருப்பதைப் பார்த்தால், ஐயப்பாடுடையவரின் முகத்தில் வியப்புக் குறி தோன்ற இடமுண்டு. வாஸ்தவத்தில், தாம் கண்டதன் உண்மையைத் தம்முடைய உற்சாகம் பாதிப்பதற்கு அவர் இடங்கொடுத்து விட்டாரோ என்றுகூட எனக்குத் தோன்றுகிறது. ஆனால், இந்தக் கவர்ச்சியான சரித்திர விஷயத்தில் நாம் பிரவேசிக்க வேண்டியதில்லை. பரிசோதனை முறைக்கும் பதிவு செய்தலுக்கும் உரிய பிரமாணங்கள் 1648ம் வருஷத்தில் வழக்கமாகப் பின்பற்றப்படவும் இல்லை, உறுதிப்படவும் இல்லை என்று மட்டும் சொன்னால் போதும்.

ஜாக்கிரதையாகச் சிற்சில விதிகளை வகுத்துக்கொண்டு, பேரியே ஏதோ சில இடங்களில் ஏதோ சில செயல்களை நிகழ்த்தினர். ஒவ்வொரு சமயத்திலும் பாதரசத்தின் இரண்டு மட்டங்களுக்கு இடையே உள்ள தூரத்தையே அவர் கவனித்தார். அங்குலங்களாகவும் (அங்குலத்தில் பன்னிரண்டில் ஒரு பகுதியான) கோடுகளாகவும் அளவிடு குறித்த ஒரு மர அளவுக் குச்சியை அவர் இதன் பொருட்டு ஒருவேளை உபயோகித்திருக்கலாம். ஏதோ ஒரு நடைமுறைக் காரியத்தில் ஒரு புதிய முறையைக் கையாளும் கம்மியரோ வீட்டுக்காரிகளோ அனுமானிப்பது போலவே பேரியேயும் தம்முடைய பரிசோதனையை நடத்தும்போது அனுமானித்தார். ஏனென்றால், அவர் சொல்லியதன் சாராம்சம், 'நான் இந்த இடத்தில் டாரிசெல்லி பரிசோதனையைச் செய்யும்போது என்னுடைய செயல்களில் பிழைகள் இல்லாமலும், பாதரசத்தின் உயரத்தைப் பாதிக்கக்கூடிய எனக்குத் தெரியா அம்சங்கள் இல்லாமலும் இருந்தால், (இது இந்த விஷயத்துக்கு மட்டும் பொருத்தமான கற்பிதக் கொள்கை), மலையடிவாரத்தில்

ஐயப்பாடுடையவர் - skeptic. **பிரமாணங்கள்** - standards.

இப்போது காணப்படும் பாதரச ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தைக் காட்டிலும் குறைவான உயரமே இங்குக் காணப்படும்' என்பதே யாகும். பாஸ்கலுக்கோ பேரியேயுக்கோ தெரிந்த மட்டில், ஒரு பாதரச ஸ்தம்பத்தின் உயரம் மலையின் கீழ் விட மலையின் மேல் நன்கு குறைவாக இருப்பதற்கு வேறு எத்தனையோ காரணங்கள் இருக்கலாம். உதாரணமாக, பாதரசம், காற்று ஆகியவற்றின் ஒப்பு-அடர்த்திகள் மாற லாம். (புவி-ஈர்ப்பைப் பற்றிய கருத்துக்கள் அப்போது தான் அமைக்கப்பட்டு வந்தன). பல்லாயிரம் அடிக்கு உயர எடுத்துச் செல்லப்பட்டபோது அந்த அளவுகோலின் நீளம் மாறுபடலாம். திறந்த வெளி, மூடிய கட்டிடம் என் னும் இரண்டினாலுமோ, மிதக்கும் மேகத்தாலோ வித்தி யாசம் ஏற்படலாம் என்றெல்லாம் பேரியேயுக்குத் தெரியும். ஜபமண்டபத்துக்குள்ளும், அதற்கு வெளியிலும், காற் றுத் தெளிவாக இருந்தபோதும், மழை பெய்துகொண் டிருந்த போதும், பரிசோதனையைச் செய்து பார்த்து, **மாறிகள்** சிலவற்றின் விளைவுகளை அவர் சோதித்தார். ஆனால் முடிவுகள் எப்பொழுதும் ஒன்றுபோலவே இருந்தன என்று அவர் சொல்லுகிறார்.

ஓர் ஊகத்தை ஒரு பரிசோதனையால் நேரில் சோதிக் கும் காரியத்தில் இத்தனை மாறிகள் இருப்பது கவனிக்க வேண்டிய விஷயம். இந்த உதாரணத்தில், டாரிசெல்லிக் குழாயில் உள்ள பாதரச ஸ்தம்பம் மலையின் கீழ்க் காட் டிலும் மலையின் மேல் குட்டையாகத்தான் இருக்கும் என் னும் பாஸ்கலின் ஊகத்தைச் சோதிப்பதற்குப் பேரியே செய்த **பண்பியல்** சோதனையை நம்பத் தகாததாக ஆக்கக்

ஒப்பு-அடர்த்தி - relative density (specific gravity.) **புவி-ஈர்ப்பு** - gravitation of the earth. **ஜபமண்டபம்** - chapel. **மாறிகள்** - variables. **பண்பியல்** - qualitative.

கூடிய மாறிகள் எவையும் இருப்பதாகப் பிற்காலத்தில் செய்யப்பட்ட ஆராய்ச்சி எதுவும் இதுவரை துலக்கவில்லை.

வாலிபர்களும் அமெச்சூர்களும்: ஓர் உபகதை

பதினேழாம் நூற்றுண்டு வாயுவியல் கதையை இந்த இடத்தில் நிறுத்திக் கொண்டு, விஞ்ஞான சரித்திரத்தில் மீள மீளக் காணப்படும் விசேஷ நிகழ்ச்சியின் உதாரணம் ஒன்றைச் சுருக்கமாகப் பரிசீலனை செய்யலாம். சிற்சில காலங்களில் அறிவுலகத்தின்மீது புதிய கவர்ச்சி அலைகள் வீசுவதையும், முக்கிய வேலைகள் அவற்றைத் தொடர்ந்து வருவதையுமே நான் விசேஷ நிகழ்ச்சி என்று குறிப்பிடு கிறேன். ஒரு புதிய கருத்தோ, அல்லது புதிதாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட விஷயங்களோ, அல்லது புதிய கருவிகளோ ஒரு புதிய ஆராய்ச்சித் துறையைத் திறந்து வைக்கின்றன. பலரும் உள்ளே விரைந்து செல்கிறார்கள். அந்தத் துறையில் விஞ்ஞானம் ஆச்சரியப்படும்படியான வேகத்தோடு முன் னேறுகிறது. பின்பு வளர்ச்சி தாமதப்படுகிறது. நெடுங் காலம் வரை நேரம் மட்டுமே செல்கிறது. வாலிபர்கள் பெரியோர்களிடமிருந்து அபிப்பிராயத்தில் வேறுபடவும், புதிய முயற்சிகளுக்குத் துணிந்து வழி தேடவும் விரும்பு கிறார்கள் என்னும் உலகறிந்த விஷயத்துக்கும் மேற்கூறிய விசேஷ-நிகழ்ச்சிக்கும் அதிகச் சம்பந்தம் இருப்பதாக நான் நம்புகிறேன். முதிய விஞ்ஞானிகள் எத்தனையோ தடவை களில், 'ஆகா! அது வாலிபரின் விளையாட்டுப் புத்தி' என்று சொல்லுவதுண்டு. பதினேழாம் நூற்றுண்டின் நடுப் பகுதியில் நிகழ்ந்த வாயு மண்டல அழுத்த ஆராய்ச்சி அப்பேர்ப்பட்டதுதான். ஏனென்றால், டாரிசெல்லி

அமெச்சூர் - amateur. (தொழில் நிமித்தமாக அன்றிப் பொழுது போக்காக ஒரு துறையில் பயில்பவர்) உபகதை - digression. வாயுவியல் - pneumatics. ஆராய்ச்சித் துறை - field of inquiry.

அந்தப் பிரசித்தி பெற்ற கடிதத்தைக் கார்டினல் ரிச்சிக்கு எழுதியபோது, டாரிசெல்லிக்கு வயது முப்பத்தாறு. பை-டி-டோம் பரிசோதனைகளைப் பாஸ்கல் வகுத்தபோது, அவருக்கு வயது இருபத்து நாலு. நாம் இப்போது கவனிக்கப்போகும் இந்தத் துறையில் பாயில் தம்முடைய ஆராய்ச்சியைத் தொடங்கியபோது, அவருக்கு வயது முப்பத்திரண்டு.

இவர்கள் எல்லாரும் நல்ல அமெச்சூர்கள்தான் என்பது நினைவிருக்கவேண்டும். பரிசோதனை விஞ்ஞானம் பல்கலைக் கழகங்களில் இருப்பிடம் பெறுங் காலம் ஏற்பட இன்னும் பல வருஷங்கள் ஆகவேண்டியிருந்தன. ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலைகளும் ஸ்தாபனங்களும் பிறக்கும் காலம் இன்னும் இரண்டு முழு நூற்றாண்டுகளுக்கு அப்பால் இருந்தது. கலிலீயோ பாதுவாவில் பேராசிரியராக இருந்தவர் என்பது உண்மையே. ஆனால், புதிய கல்வியின் பிரசித்திபெற்ற நிலையமாகிய அங்கிருந்து விஞ்ஞான விஷயங்கள் கடைசியாக வெளி வந்தது அவருடைய காலத்தில் தான். அதற்குப் பின் அநேகமாக இல்லை என்றே சொல்லலாம். நாம் இப்போது ஆராயும் காலத்தில் பாயில் ஆக்ஸ்பர்டில் இருந்தார். ஆனால் சில காலம் வரையில் அந்தப் பல்கலைக் கழகம் விதியை நிரூபிக்கும் விலக்காகவே இருந்தது. ஏனென்றால், அக்காலத்தில் கிராம்வெல்லின் சேனையிலிருந்து பொறுக்கி எடுத்த வாலிபரின் தொகுதி ஒன்று அந்தப் பண்டைக் கல்வி நிலையத்தில் ஆசிரியப் பதவியை வகித்து வந்தது. இந்த அரசக் கட்சிப் பகைவர்கள் பியூரிட்டன் கொள்கையில் பலதரப்பட்ட பற்றுடையவர்கள். ஆனால் அவர்களெல்லாரும் பேக்கன் கூறிய

பாயில் - Boyle. **ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலை** - research laboratory. **ஸ்தாபனம்** - institute. **பாதுவா** - Padua. **கிராம்வெல்** - Cromwell. **அரசக் கட்சிப் பகைவர்கள்** - anti-Royalists. **பியூரிட்டன்** - Puritan.

தத்துவ-ஞானத்திலும், பிரச்சினைகளைப் பரிசோதனை முறையில் ஆராய்வதிலும் சிரத்தையுடையவர்களாக இருந்தார்கள். இரண்டாவது சார்லஸ் அரசுரிமையை மீண்டும் பெற்ற பின்பு பல்கலைக் கழகங்களில் சில பலத்த மாறுபாடுகள் மீண்டும் தோன்றின. விஞ்ஞானத் தொகுதியினர் தாமாக விலகிக்கொண்டார்கள். அல்லது அவர்களுக்குப் பதிலாக அரசரிடம் விசுவாசமாக இருந்த பழைய ஆசிரியர்கள் நியமிக்கப்பட்டார்கள். மறுதாபிதம் செய்யப்பட்ட திருச்சபையில் அவர்கள் விரைவில் சேர்ந்து, முக்கியப் பதவிகளை வகித்தார்கள். ஆனால், விஞ்ஞான நடுநிலையமாக இல்லாமற்போய்விட்ட ஆக்ஸ்பர்டுக்கு அவர்கள் திரும்பி வரவேயில்லை. அரசாங்கச் சங்கம் என்பது அதே தொகுதியாரால் சில வருஷங்களுக்குப் பின் சாஸனம் பெற்று, லண்டனை இருப்பிடமாகக் கொண்டது.

1647ல் டாரிசெல்லியின் அகால மரணத்துக்குப் பின், அவருடைய நண்பர்களான இளம் அமெச்சூர்களின் மற்றொரு குழுவினர், கோமகர்களின் ஆதரவால், பிளாரென்ஸ் நகரில் ஒன்றுசேர்ந்து உழைத்து வந்தனர். முழுக் கத்தோலிக நாடு ஒன்றில், கலிலீயோவின் உலகப் பிரசித்தமான விசாரணைத் தீர்ப்புக்கும் பின்னர், அக்கடிமியா டெல் சிமெண்டோ என்னும் இச்சங்கம் 1657ல் தொடங்கி 1667வரை செழித்து வளர்ந்தது என்பது கவனிக்கத்தக்க விஷயம். ஆனால், அந்தச் சங்கம் பிரபஞ்சப் படைப்பு விஷயங்களின் கிட்டப் போகச் சிறிதுகூட முயலவே இல்லை.

பேக்கன் - Bacon. இரண்டாவது சார்லஸ் - Charles II. மீட்சி - Restoration - மறுதாபிதம் - re-established. திருச்சபை - Church. விஞ்ஞான நடு நிலை - scientific centre. அரசாங்கச் சங்கம் - The Royal Society. சாஸனம் பெற்ற - chartered. லண்டன் – London. கோமகர் - Dukes. பிளாரென்ஸ் - Florence. கத்தோலிக - Catholic. அக்கடிமியா டெல் சிமெண்டோ - Accademia del Cimento. பிரபஞ்சப் படைப்பு - Cosmology. பிராடெஸ்டண்டு - Protestant.

பிராடெஸ்டண்டுக் கொள்கைக்கும் விஞ்ஞானத்துக்கும் உள்ள தொடர்பு அதிகம் என்று கூறியும், அந்த அபிப் பிராயத்தை மிதமிஞ்சி வற்புறுத்தியும் வந்தவர்களின் கட்சிக்கு ஆதிக் காலத்தில் இவ்வாறு ஒரு விஞ்ஞான அக்காடெமி செழித்திருந்தது என்னும் விஷயம் அசௌ கரியமானது, ஓரளவு பிரதிகூலமானதும்கூட என்பது கவனிக்கத் தக்கது.

விஞ்ஞானத் துறையில் பாயில் இறங்கியபோது அவர் வாலிபப் பருவத்தினராயும் தனவந்தராயும் இருந்தார். அவருடைய தகப்பனுர் ஏராளமான செல்வம் படைத்தவர். அவர்தம் முயற்சியால் முன்னுக்கு வந்தவர். ஆங்கிலேய நாட்டினர். அயர்லாந்தைச் சுரண்டித் தனிகராகியவர். தம்முடைய புகழ்பெற்ற கார்க் பிரபு. ஆகவே, பாயில் தமக்குத் தாமே போஷகராக இருக்க முடிந்தது; அப்படி இருக்கவும் செய்தார். ஏனென்றுல், அவர் பின்பற்றிய பரிசோதனை வகையில், பேரியேயின் எளிய முறையில் போலன்றி, கருவிகளுக்கும் துணைவர்களுக்கும் நிரம்பப் பணம் செலவழிக்க வேண்டியிருந்தது. பரிசோதனைத் தத்துவ - ஞானத்தை நன்கு முன்னேறச் செய்வதற்கு 'மூளையோடு பணப் பையும் இருந்தாக வேண்டும்' என்று பாயிலே குறிப்பிட்டிருக்கிருர். ஆகையால், உயர்ந்த நிலை யிலுள்ள மக்கள் 'இயற்கை மர்மங்களைத் தேடும் வேலையில் திருவின் நண்பர்களை அமர்த்திக்கொள்வது நன்று' என்று கூறினுர். தாம் கூறிய புத்திமதியைத் தாம் எப்பொழுதும் பின்பற்றி வந்தார் என்பதை பாயிலின் வாழ்க்கைச் சரிதம் காட்டுகிறது.

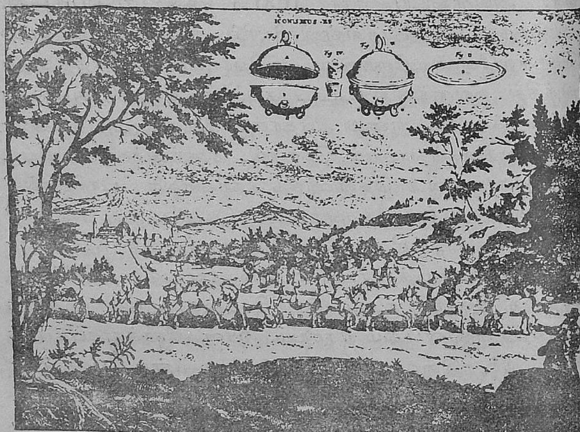
கார்க் பிரபு - Earl of Cork. இயற்கை மர்மங்கள் - mysteries of nature. திருவின் நண்பர் - friends of fortune.

வெற்றிடப் பம்ப்பின் புத்தமைப்பு

வெற்றிடப் பம்பைப் புத்தமைப்பாக இயற்றிய ஆட்டோ வான் கெரிக்கே என்னும் மற்றும் ஓர் அமெச்சூரையும் குறிப்பிட வேண்டும். அவர் பொதுக் காரியங்களில் ஈடுபட்டவர். மாக்டிபர்க் நகரத்து நகராண்மைத் தலைவர். முப்பதாண்டு யுத்தத்தில் பங்கெடுத்துக்கொண்டவர். அவருடைய நகர் 1631ல் சூறையாடப்பட்டது. அவருக்கு ராணுவ எஞ்ஜினியரிங் விஷயங்களில் கவலை கொள்ளவேண்டியிருந்தது. புதிய பரிசோதனைத் தத்துவத்தில் அவருக்கு ஏற்பட்ட கவர்ச்சி இதோடு சம்பந்தப்பட்டிருக்கலாம் என்று தோன்றுகிறது. அவர் வாயு மண்டலத்தைப் பற்றிக் கொண்ட கருத்துக்களை எப்படி வளர்த்தார் என்று தெளிவாகத் தெரியவில்லை. டாரிசெல்லி கொண்ட முடிவுகளுக்கு முற்றும் வேறான ஒரு தனி வழியாக அவரும் வந்திருக்கக்கூடும். அவர் ஒரு நீர்ப் பாரமானியை அமைத்தார் என்பதும், ஓர் ஏனத்திலிருந்து காற்றை வெளியேற்றும் இயந்திரத்தை முதன் முதலாக நிருமித்தார் என்பதும் நிச்சயம். பின் நோக்காகப் பார்த்தால், நீர் இறைக்கும் பம்ப்பின் உறிஞ்சு - பகுதியின் மாற்றமைப்பே அவருடைய புத்தமைப்பு என்பது தெளிவு. (ஆனால் புதிதாகக் கண்டுபிடித்த விஷயங்களிலும் புத்தமைப்புக்களிலும் பின் நோக்கிப் பார்க்கும்போது எச்சரிக்கையாகவே இருக்கவேண்டும். இல்லாவிட்டால், 'ஒரு நாழிகைக்கு முன் பிறந்திருந்தால் ராஜாவாகப் பிறந்திருக்கலாம்' என்பது போன்ற நிலை ஏற்படும்). பல நூற்றாண்டுகளாக நீரை இறைப்பதற்கு உபயோகித்த உறிஞ்சு பம்ப்புக்

வெற்றிடப் பம்ப்பு - vacuum pump. புத்தமைப்பு - invention. ஆட்டோ வான் கெரிக்கே - Otto von Guericke. மாக்டிபர்க் - Magdeburg- நகராண்மைத் தலைவர் - Mayor. உறிஞ்சு - பகுதி - suction part. பிஸ்டன் piston. சிலிண்டர் - cylinder.

களில் பிஸ்டனையும் சிலிண்டரையும் கொண்டு ஒரு நீர் ஸ்தம்பத்தை உறிஞ்சிவந்தார்கள். அதற்குப் பதிலாக, நீர் நிரம்பிய மரப் பீப்பாயிலிருந்து ஒரு பித்தளைப் பம்ப்பை உபயோகித்து, கெரிக்கே நீரை உறிஞ்ச முயன்றார். இந்தப் புத்தமைப்பில் பல மாதிரிகள் இருந்தன. ஒவ்வொரு மார்க்கதரிசிக்கும் வழக்கமாக நேர்வதுபோல், அவருடைய



ஆட்டோ வான் கெரிக்கேயின் மாக்டிபர்க் அரைக்கோளங்கள்

முயற்சிகளிலும் பாதி வெற்றியும் பாதி தோல்வியுமே கிடைத்தன. ஒரு மூடிய எனத்திலிருந்து நீரோடு காற்றையும் இறைக்கத் தொடங்கிக் கடைசியாகக் காற்றை மட்டும் வெளியேற்றியபோதுதான் அவருக்கு வெற்றி கிடைத்தது. மேலும், அப்போது ஏற்படும் வாயுமண்டல அழுத்தத்தைத் தாங்குவதற்கு உருண்டையான உலோகக் கொள்கலம்

கொள்கலம் - receptacle.

அவசியமானது என்று அவர் கண்டார். 1654ல் ராடிஸ்பன்னில் கூடிய ஏகாதிபத்திய மகாநாட்டுச் சபையின் முன்னிலையில் மாக்டிபர்க் அரைக்கோளப் பரிசோதனையை அவரால் செய்து காட்ட முடிந்தது (படம் 5). உட்குழிவுள்ள இரண்டு வெண்கல அரைக்கோளங்களை விளிம்போடு விளிம்பு ஜாக்கிரதையாகப் பொருத்தி, அப்படி அமைந்த கோளத்தின் உள்ளே அடங்கிய காற்றை ஒரு பம்ப்பால் நீக்கினர். அப்படி நீக்கிய பின், வெளிப்புற வாயுமண்டல அழுத்தம் அவ்விரண்டு பாதிகளையும் மிகவும் இறுகப் பிடித்ததால், எட்டுக் குதிரை பூட்டி இழுத்தும் அவற்றை வேருகப் பிரிக்க முடியவில்லை. குழாய் அடைப்பானின் வழியாகக் காற்றை உள்ளே புகவிட்டவுடன், அவ்விரண்டு அரைக் கோளங்களும் தாமாகவே விண்டு போயின.

வான் கெரிக்கே இவ்வாறு அற்புதமாகச் செய்து காட்டிய பரிசோதனை டாரிசெல்லியின் மனக்கோட்திட்டத்திலிருந்து பெற்ற மற்ருேர் ஊகத்தின் உண்மையை உறுதிப்படுத்துவதாகக் கருதலாம். ஆனல், நாம் எடுத்துக் கொண்ட விஷயத்தை விளக்குவதற்கு வான் கெரிக்கேயின் பம்ப்பை ராபர்ட் பாயில் உபயோகித்ததைக் கவனிப்பது இன்னும் அதிகப் பயனுள்ளதாக இருக்கும்.

ராபர்ட் பாயிலின் பரிசோதனைகள்

ஊர்ஸ்பர்கில் வாழ்ந்த கத்தோலிக்கப் போராசிரியர் ஒருவர் 1657ல் வெளியிட்ட நூலின் மூலம் இந்தப் புதிய பம்ப்பைப் பற்றி பாயில் கேள்விப்பட்டார். (அந்தக் காலத்தில் விஞ்ஞானத்தில் புதிதாகக் கண்டுபிடித்த விஷயங்களை முறையாக அறிவித்துவரும் வழக்கம் இல்லை.) வெற்றிடத்தை

ராடிஸ்பன் - Ratisbon. ஏகாதிபத்திய மகாநாடு - Imperial Diet. அரைக்கோளம் - hemisphere. உட்குழிவுள்ள - hollow. குழாய் அடைப்பான் - stopcock. ராபர்ட் பாயில் - Robert Boyle. ஊர்ஸ்பர்க்-Wurzburg.

இயற்றும் இந்தப் புதிய முறையைத் தெரிந்துகொண்டதும், டாரிசெல்லியின் மனக்கோட் திட்டத்திலிருந்து பெறப்பட்ட இன்னும் ஓர் ஊகத்தைச் சோதிப்பது சாத்தியம் என்று பாயிலுக்குத் தெரிந்தது. அதன் பொருட்டு அவர் தர்க்கத்தையும் கற்பனையையும் கலந்து கையாண்ட முறையே சென்ற முந்நூறு ஆண்டுகளாக ஆராய்ச்சிகளில் வெற்றி கண்ட பலராலும் கையாளப்பட்டுவரும் முறை. ஒரு புதிய கருவி இயற்றப்பட்டவுடன், இனி ஒரு முக்கிய விஷயத்தைச் சோதிப்பது சாத்தியம் என்று காணுவதற்குப் போதிய மனோபாவம் எவரோ ஒருவருக்கு இருந்ததே விஞ்ஞானத்தில் அநேக முக்கியமான முன்னேற்றங்கள் ஏற்படக் காரணமாக இருந்திருக்கிறது. பை-டி-டோம் பரிசோதனைகளுக்கு ஈடான பரிசோதனை ஒன்றைச் சோதனைச்சாலையில் நிகழ்த்தவேண்டும் என்று பாயில் உத்தேசித்தார். காற்று நீக்கப்பட வேண்டிய எனத்துக்குள் டாரிசெல்லிப் பாரமானியின் கீழ்ப் பகுதியைச் செருக ஓர் ஏற்பாடு செய்து, வான் கெரிக்கேயின் பம்பை மாற்றி அமைத்தார் (படங்கள் 6, 7, 8). பிறகு பம்பை வேலை செய்யவைத்துப் பாதரசத் தொட்டியின் மேல்புறமிருந்து காற்றை அகற்றியபோது, பாதரச ஸ்தம்பம் இறங்கிற்று. அவர் சொல்லியவாறு, 'இப்படி எல்லாம் தயாராக இருந்த போது, உறிஞ்சி கீழாக இழுக்கப்பட்டது; கொள்கலத்திலிருந்து ஒரு சிலிண்டர் பரிமாணமுள்ள காற்று வெளிப்பட்டவுடன், குழாயிலுள்ள பாதரசம், எதிர்பார்த்தபடியே தாழ்ந்தது.' கொள்கலத்திலுள்ள பாதரச மட்டத்தின் கிட்டவரை அந்த ஸ்தம்பத்தை அவரால் இறக்க முடிந்ததே தவிர, அதன் அளவாகவே முற்றும் தாழ்த்த முடியவில்லை

தர்க்கம்-logic. கற்பனை-imagination. தொட்டி-reservoir. உறிஞ்சி-sucker. கொள்கலம் - roceiver,

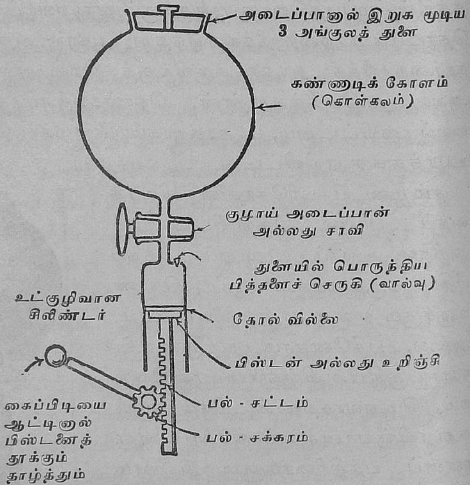
இதை வேறுவிதமாகச் சொல்லலாம். முன்னிருந்த அழுத்தத்தின் முப்பதிலொரு பங்குக்கும் குறைவாயிருக்கும்படி தொட்டிக் காற்றை நீக்கமுடிந்தது; ஆனால் அதற்கு மேல் காற்றை நீக்க அந்தக் கருவிக்குத் திறமையில்லை. இது அவர் சந்தேகித்ததுதான். கொள்கலத்துக்குள் வாயுவைப் புகவிட்டதும், பாதரச ஸ்தம்பம் வழக்கம்போலுள்ள உயரத்துக்கு ஏறிவிட்டது.

தம்முடைய பரிசோதனை விவரத்தைப் பாயில் வெளியிட்டவுடன் அறிஞர் - உலகம் முழுதும் அந்தப் புதிய கருத்துக்களை ஒப்புக்கொண்டிருக்கும் என்றுதான் நினைப்போம். ஆனால், பதினேழாம் நூற்றாண்டின் நடுப் பகுதியில் விஞ்ஞான முன்னேற்றம் மெதுவாகத்தான் நிகழ்ந்துவந்தது; விஞ்ஞானச் சங்கங்களும், விஞ்ஞானப் பத்திரிகைகளும் இல்லாமலிருந்தது இதற்கு ஒரு காரணம். தம்முடைய பம்ப்பை ('ஒரு புதிய வாயுவியல் எஞ்ஜின்' என்பது பாயில் இட்ட பெயர்) நுட்பமாக வர்ணித்ததோடு, வெற்றிடத்தில் எளிதாகச் செய்யக்கூடிய பல பரிசோதனைகளையும் அவர் வர்ணித்தார். இவற்றுள் வான் கெரிக்கேயால் சிலவும், அக்கடெமியா டெல் சிமெண்டோவின் அங்கத்தினர்களால் வேறு சிலவும் அறிவிக்கப்பட்டன. இந்த அங்கத்தினர்கள் கருவிகளை வைக்கும்



படம் 6 பாயிலின் முதல் காற்றுப் பம்ப்பின் மரச் செதுக்குப் படம்.

ஒரு புதிய வாயுவியல் எஞ்ஜின் - A new pneumatical engine.

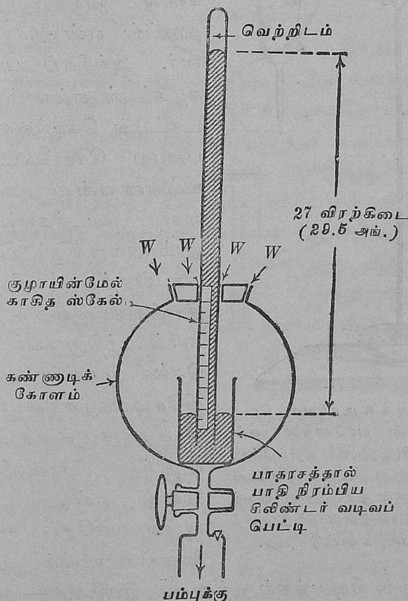


பாயிலின் முதல் காற்றுப் பம்பின் எளிதாக்கிய வரிப்படம்.

படம் 7. பம்ப்பு வேலை செய்வதைப் பற்றிப் பின்வரும் வர்ணனை பாயில் கூறியவாறே தரப்பட்டுள்ளது '(வால்வு மூடியிருக்கையில்) உறிஞ்சியைக் கீழே இழுத்தால், உறிஞ்சியால் கைவிடப்பட்ட சிலிண்டர் வடிவமான இடம் காற்றில்லாததாக ஆகிவிடுகிறது. ஆகையால், சாவியைத் திருப்பினுல், கொள்கலத்தில் அடங்கிய காற்று காலியாக்கப்பட்ட சிலிண்டருக்குள் பாய்கிறது......சாவியைத் திருப்பிக் கொள்கலத்தை மூடியபின், வால்வைத் திறந்து உறிஞ்சியை மேலே அமுத்தித் தள்ளினுல்......கிட்டத்தட்ட ஒரு சிலிண்டர் நிறைய உள்ள காற்று முழுவதையும் வெளியே தள்ளிவிடுவீர்கள். ஆனுல், தொடர்ந்து வெளியே உறிஞ்சி வந்தால், கொள்கலத்திலிருந்து வரவரக் குறைந்துவரும் அளவிலேயே காற்றைச் சிலிண்டருக்குள் இறைப்பீர்கள்; ஏனென்றுல், கொள்கலத்தின் உள்ளே வரவரக் குறைவாகவே காற்றுத் தங்கியிருக்கும்......'

செருகி-plug. வில்லை-washer. பல் சட்டம்-ratchet. பல் சக்கரம்-cog wheel. வரிப்படம்-diagram.

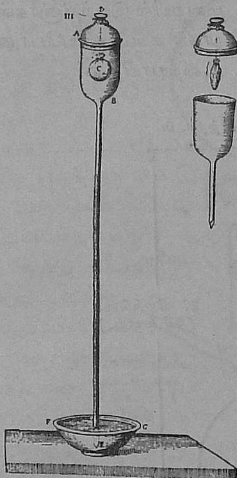
பொருட்டு, மேல்முனை பெரிதாக உள்ள ஒரு குழாயை அமைத்தார்கள். டாரிசெல்லிப் பரிசோதனையைச் செய்வதற்குரிய வெற்றிடத்தைச் சீரற்ற முறையில் இயற்றினார்கள். வழக்கம்போல் கருவியைத் தலைகீழாகக் கவிழ்த்தியபோது, இப் பெரிய முனை ஒரு வெற்றிட அறையாயிற்று.



படம் 8 பாரமானியின் தொட்டிக்கு மேலுள்ள காற்றை நீக்குவதற்கான பாயில் கருவியின் வரிப்படம். கண்ணாடிக் கோளம் பம்பின் மேல் பகுதி. முத்திரை-அரக்கை இட்ட இடங்களைக் W காட்டுகிறது. பம்பை வேலை செய்ய வைத்தால் பாதரச ஸ்தம்பத்தின் உயரம் குறைகிறது.

முத்திரை-அரக்கு - sealing wax.

பாயிலின் வாசகர்களில் பலருக்கு அவருடைய பரிசோதனைகளும் கருத்துக்களும் நூதனமாக இருந்தன. அவரைக் குற்றம்கூற முன் வந்தவர்கள் குறைந்தது இருவராவது உண்டு. அவர்களில் ஒருவர் தாமஸ் ஹாப்ஸ் என்னும் பெயரினர். ஆங்கிலப் பல்கலைக் கழகங்கள் எல்லாம் அரிஸ்டாட்டில் கொள்கைகளின் பழைய கோட்டைகளாக உள்ளன என்று அவைகளை நையப் புடைத்தவர். ஆயினும் அவருக்கும் 'நிறைந்த பிரபஞ்சத்தில்' நம்பிக்கை இருந்தது. குறை கூறியவர்களில் மற்ருெருவர் டாரிசெல்லி முதலில் கவனித்த விசேஷநிகழ்ச்சியைப்பற்றி விபரீதக் கருத்துக் கொண்டிருந்த பிரான்ஸிஸ்கஸ் லைனஸ் என்னும் பெயருள்ள யாரோ ஒருவர்.



படம் 9 அக்கடெமியா டெல் சிமெண்டோவின் பரிசோதனை ஒன்றுக்குரிய கருவி. இந்தக் குறிப்பிட்ட பரிசோதனையானது டாரிசெல்லி வெற்றிடத்துக்குள் ஒரு பையை வைத்தால், அந்தப் பையிலுள்ள காற்று விரிவடையும் என்பதைக் காட்டுகிறது.

லைனஸுக்கும் ஹாப்ஸுக்கும் ஒரு விஷயத்தில் ஒற்றுமை இருந்தது—அவரும் ஒரு 'சம்பூர்ண வாதி', அதாவது பிரபஞ்சம் நிறைவுள்ளது என்று நம்பியவர்; வெற்றிடம் என்னும் கருத்தையே

தாமஸ் ஹாப்ஸ் - Thomas Hobbes. பிரான்சிஸ்கஸ் லைனஸ் - Franciscus Linus. சம்பூர்ண வாதி - plenist.

ஒப்புக்கொள்ளாதவர். லைனஸ் கூறிய எதிர்க் கொள்கை விசித்திரமாகத் தோன்றியபோதிலும், அதிலும் ஏற்பதற்குரிய அம்சம் இருக்கிறது. பாயிலின் முடிவுகளை விளக்கும் பொருட்டு, ஒரு டாரிசெல்லிக் குழாயிலுள்ள பாதரச ஸ்தம்பத்தை ஏந்திப் பிடிப்பது கண்ணுக்குத் தெரியாத ஒரு படலம் என்னும் குழந்தைத்தனமான ஒரு கற்பிதக் கொள்கையை லைனஸ் வெளியிட்டார். இந்தப் படலத்தை அவர் **பாசம்** என்று குறிப்பிட்டார். இது ஏளனத்துக்குரிய விஷயமாகத் தோன்றினும், ஒரு கற்பிதக்கொள்கை சமயோசிதம் போல் உபயோகிக்கப்படுகிறது என்பதைக் காட்டுகிறது என்று, போகிறபோக்கில், கவனிக்கலாம். இவ்வாறு நடப்பது விஞ்ஞானத்தில் அரிய காரியமும் அன்று. அதாவது, ஏதாவது ஒரு தொந்தரவான நிலை ஏற்பட்டுவிட்டால், அப்போது அதைச் சுற்றிப் போக ஒரு விசேஷ ஒப்புக்கோளை அமைக்கிறார்கள். தாம் கற்பிதமாக வைத்துக் கொண்ட பாசத்துக்கு அனுகூலமாக விவேக ரீதியான விஷயம் ஒன்றை லைனஸ்ஸால் எடுத்துக்காட்ட முடிந்தது. அவர் சொன்னதன் சாராம்சமாவது: பாரமானியின் மேல் முனை உள்ள இடத்தில் விரலை வைத்தால், பாசம் இழுப்பதை விரல் **உணரும்.** (படம் 1ல் காட்டிய குழாயில் இதை எளிதில் கவனிக்கலாம்.) மனித உணர்ச்சியை ஒட்டிய இந்த வழக்கை நம்பாவிட்டால் வேறு எதைத்தான் நம்ப முடியும்? பாதரச ஸ்தம்பத்திற்கு மேலே இருப்பதாகக் கூறப்படும் வெற்றிடத்துக்கு உட்புறமாக உங்கள் சதை இழுக்கப்படுவதை நீங்கள் உணர்கிறீர்கள். கண்ணுக்குத் தெரியாத இந்தப் படலம்தான் பாதரசத்தையும் மேலே இழுக்கிறது என்பதில் இனிமேல் உங்களுக்கு என்ன சந்தேகம் இருக்க முடியும்?

படலம் - membrane. பாசம் - *Funiculus*. ஒப்புக்கோள் - postulate.

இதற்கும் இதை ஒத்த வழக்குக்களுக்கும் மறுமொழி யாக, வெளிப்புறப் பாரமானிக் குழாய்க்குள் சதையை அழுத்தித் தள்ளுவது காற்றின் அழுத்தமே என்றார் பாயில். ஆனால், இந்தப் பரிசோதனைக்கு மற்றொரு பரி சோதனையால் எப்படிப் பதில் அளிப்பது என்று அவர் கவலை கொண்டார். பை-டி-டோம் பரிசோதனையைத் தம் முடைய காற்றுப் பம்பால் செய்து காட்டினால் மட்டும் போதாது. ஏனென்றால், வெளிப்புற அறையை வெற்றிட மாக்கும்போது சூட்சுமமான படலங்கள் தொட்டியிலுள்ள பாதரசத்தை உயரே இழுத்தன என்றும், அந்த இழுப்பே பாரமானிக் குழாயிலுள்ள பாசத்தை நீளச் செய்தது என்றும் லைனஸ் கூறினார். வாஸ்தவத்தில், மாறிமாறிக் கொள்கலத்திலிருந்து காற்றை நீக்கியும் அதனுள் காற்றை நிரப்பியும், பாதரச ஸ்தம்பத்தைப் பரிசோதகர் தாழ்த்தியும் உயர்த்தியும் வரும்போது, லைனஸ்ஸின் பாசம் மீள்சக்தி யுள்ள கயிற்றைப் போல வேலை செய்வதை, மனமிருந்தால், நேரில் காணலாம்போல் தோன்றுகிறது.

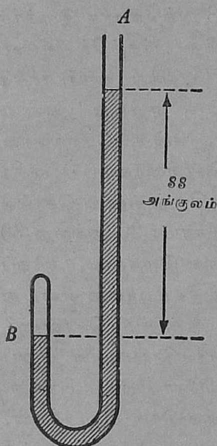
கடல் மட்டத்தில், தோராயமாக மாறாத ஒரே உய ரத்தில் பாரமானி இருந்துவருவதற்குக் காரணம் கூற, லைனஸ் ஒரு பாவனையைக் கொள்ளவேண்டியிருந்தது என் பதைப் பாயில் சட்டெனத் தெரிந்துகொண்டார். சுமார் $29\frac{1}{2}$ அங்குல உயரத்துக்கு மேலான ஒரு பாதரச ஸ்தம் பத்தை அந்தப் பாசத்தால் தாங்கமுடியாது என்னும் ஒப் புக்கோளைக் கற்பித்துக்கொள்வது லைனஸ்ஸுக்கு அவ சியமாக இருந்தது. பின்பு, திறந்த நீண்ட புயம் ஒன்றும் மூடிய குறுகிய புயம் ஒன்றும் உடைய J வடிவக் குழாயா லாகிய ஓர் எளிய கருவியைப் பாயில் அமைத்தார் (படம் 10). போதுமான பாதரசத்தை ஊற்றி, அந்த இரண்டு புயங்

மீள்சக்தியுள்ள - elastic.

களின் மட்ட வித்தியாசம் சுமார் 88 அங்குலமாக இருக்கச் செய்தார். பிறகு, குழாயின் திறந்த பக்கத்தில் வாயை வைத்து உறிஞ்சினர். 'அப்போது (நாங்கள் எதிர்பார்த்த படி) குழாயிலுள்ள பாதரசம் நன்கு ஏறிற்று' என்று பாயில் கூறுகிருர். மேலும் அவர், 'நன்கு தெரிவதான இந்த நிகழ்ச்சியானது நம்முடைய கொள்கையைப் பரீக்ஷை செய்தவர் கூறும் பாசத்தால் உண்டாகிறது என்று சொல்ல முடியாது. ஏனெனில், பாதரசச் சிலிண்டர் 29 அல்லது 30 அங்குலப் பாதரசத்தைவிட உயரமாக இருந்தால், அந்தப் பாசம் அங்குள்ள பாதரசத்தை இழுக்கமுடியாது என்பது அவரே ஒப்புக்கொள்ளும் விஷயம்' என்றும் சொன்னர்.

லைனஸ்ஸின் விசித்திரமான அபிப்பிராயங்களை மறுப்பதற்காக அமைத்த இந்தப் பரிசோதனைகளிலிருந்து, உடன்விளைவாக, சில அளவியல் அளவீடுகள் கிடைத்தன. அவைகளின் முடிவாக வாயுவின் கன-அளவையும் அழுத்தத்தையும் பற்றிய பாயிலின் புகழ்பெற்ற விதி முறைபடக் கூறப்பட்டது. பாயில் செய்த இந்தக் காரியத்தைப் பற்றிப் பின் அத்தியாயம் ஒன்றில் கவனிக்கலாம். டேகார்டே ஒப்புக்கோளாக வைத்துக்கொண்டதாயும் சம்பூர்ணவாதிகளின் கட்சியில் ஒரு கொள்கையாயும் உள்ள 'சூட்சுமப் பாய்பொருள்" உண்மையாகவே உள்ளது என்று காட்டச் சான்று தேடும்பொருட்டு, பாயில் திறமையாகச் செய்தும் பயன் பெருத பரிசோதனையைக் கவனித்து விட்டு, இந்தப் பதினேழாம் நூற்ருண்டு வாயுவியலைப் பற்றிய சர்ச்சையை நிறுத்திக் கொள்வோம். இந்த விஷயம் விசேஷமான கவர்ச்சியுள்ளது. ஏனென்ருல், பாமரர் படித்தறியக்கூடிய

சிலிண்டர் - cylinder. உடன்-விளைவு - by-product. அளவியல் அளவீடு - quantitative measurement. கன-அளவு - volume. பாயிலின் விதி - Boyle's Law. டேகார்டே - Descartes. சம்பூர்ணவாதிகள் - plenists. சூட்சுமப் பாய்பொருள் - subtle fluid.



படம் 10. பாயில் A என்னும் இடத்தில் வாயை வைத்து உறிஞ்சிய போது, J யின் நீண்ட புயத்தில் பாதரசம் ஏறிற்று. அவருடைய நாவின் நுனியிலிருந்து ஒரு பாசம் பாதரசத்தை உயரே இழுத்துக்கொண்டிருந்தால், அது 88 அங்குல உயரமுள்ள ஸ்தம்பத்தைத் தாங்கக் கூடியதாக இருக்க வேண்டும். ஆனால், பாசம் என்பது சுமார் 30 அங்குல உயரமுள்ள பாதரச ஸ்தம்பத்தை மட்டுமே தாங்கக் கூடியது என்றும், அதற்குமேல் அதனால் தாங்க முடியாது என்றும், அது கண்ணுக்குத் தெரியாததான ஒரு படலம் என்றும்தான் லைனஸ்ஸின் கற்பிதக் கொள்கை. அதற்கு இந்த முடிவு விரோதமானது.

கிட்டத்தட்ட எல்லா நிகழ்ச்சி வரலாறுகளும், தாம் பயனளித்த காரணத்தால், நெடுங்காலமாக நிலவிவரும் மனக்கோட்திட்டங்களிலிருந்து கிடைத்த ஊகங்களை உறுதி காண்பவைகளாக இருக்கின்றன. அனுகூலமில்லா விளைவுகளை (அவற்றைத் தோல்விகள் என்று வேண்டுமானாலும் சொல்லுங்கள்) ஒட்டிய வரலாறுகள் அவ்வளவு எளிதாகக் கிடைப்பதில்லை.

பிரபஞ்சம் ஒரு சூட்சுமப் பாய்பொருளால் நிறைந்திருந்தது என்று நம்புவதில் ஹாப்ஸும் டேகார்டேயைப் பின்பற்றினார். ஒயின் கொண்ட ஒரு பீப்பாயிலிருந்து திரவம் வெளியே சொரிய வேண்டுமானால், மேற்புறத்தில் துளை இருக்க வேண்டிய காரணம் 'ஏதோ ஒன்றை உள்ளே விடுவதற்காக' என்பது அரிஸ்டாட்டிலின் பழைய விளக்கம் என்பது நினைவிருக்கும். அதையும் இந்தப் புதிய அபிப்பிராயத்தோடு ஹாப்ஸ் சேர்த்துக் கொண்டார். கொள்கலத்திலிருந்து பாயில்

ஹாப்ஸ் - Hobbes.

ஏதோ ஒன்றை வெளியேற்றினர் என்பது வரை அவர் ஒப்புக்கொள்ளத் தயாராக இருந்ததுபோல் தோன்றுகிறது. ஆனல் 'நிஜமான வெற்றிடம்' ஒன்று இருக்கிறது என்று அவர் ஒப்புக் கொள்ளவில்லை.

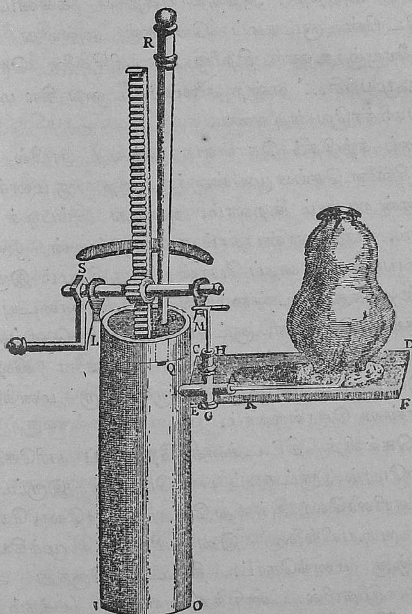
(மற்றைய எத்தனையோ விஷயங்களில் போலவே) இதிலும் பாயில் ஜாக்கிரதையாக இருந்தார். கொள்கலத்திலுள்ள இடம் 'உண்மையில் காலியாக, அதாவது ஸ்தூலமான எவ்வகைப் பொருளும் இல்லாததாக' இருக்கிறது என்பதை அந்த இடத்தை வெற்றிடமாக்கிய பரிசோதனை நிரூபித்ததா என்ற வினவைத் தம்முடைய முதல் அறிக்கையிலேயே அவர் வெளியிட்டார். அத்தகைய வினவுக்கு 'இல்லை' என்ருே, அல்லது 'ஆம்' என்ருே விடையளிப்பவர்களுக்கு ஏற்படும் சிரமங்களை எடுத்துக் கூறினர். ஏனென்ருல், 'காற்றை வெளியே உறிஞ்சிவிட்டபோதிலும் கொள்கலம் எப்பொருளுமற்றதாக இல்லாமல் இருக்கலாம் என்று ஒருபுறம் தோன்றுகிறது. ஏனென்ருல், அதற்குள் ஏதாவதொரு பொருளை வைத்தால், அப்படி வைத்த பொருளைக் காண முடிகிறது ஒளிக் கிரணங்கள் ஊடுருவக் கூடியதாக இது இல்லாதிருக்குமானல், அப்படிக் காணமுடியாது.... ஒளிக் கிரணங்கள் என்பவை ஏதோ ஒரு சோதிப்பொருளிலிருந்து வெளியே வீசும் ஸ்தூலமான பொருள்களாக இருக்கவேண்டும், அல்லது அவை கடத்தும் ஒளியானது ஏதோ ஒரு சூட்சுமப் பொருளின் விரைவான இயக்கத்தினல் உண்டாவதாக இருக்கவேண்டும்....' என்று அவர் சொன்னர். (முன்பு ஓர் அத்தியாயத்தில் குறித்தபடி, 'திருப்திகரமான ஒளிக் கோட்பாட்டை அமைக்கவேண்டுமானல், ஒன்றுக்கொன்று விகற்பமாகத் தோன்றும் இவ்விரண்டில் ஏதாவது ஒன்றை ஒப்புக்கொண்டால், மற்றதைக் கைவிடவேண்டும் என்று ஐம்பது வருஷங்களுக்கு

முன்னல் கருதியிருப்பார்கள். இக்காலத்தில் அப்படிக் கருதமாட்டார்கள்' என்று இங்கு இடைச்செருகலாகக் கூறலாம்.) 'இதற்கு எதிரிடையாக, வஸ்துக்களைத் தோன்றச் செய்யும் சூட்சுமப் பொருள்....(கொள்கலத்தின் கண்ணடிச் சுவர்களின்) ஊடாகச் செல்வதாக வைத்துக் கொள்ளலாம்....என்று கட்சி சொல்லலாம்........' (இந்தப் பாவனை சரியானது என்றே 1890ஐ அடுத்த வருஷங்களில் கூறியிருப்பார்கள்.) இவற்றின் சாதகபாதகங்களைச் சீர்தூக்கிப் பார்த்த பாயில், 'இவ்வளவு கஷ்டமான விவாதத்தைத் தீர்ப்பதற்கு எனக்கு இன்னும் தைரியம் வரவில்லை' என்று சொல்லுகிறுர்.

சூட்சுமத் திரவத்தைத் தேடும் கஷ்டமான பிரச்சினையைத் தம்முடைய முதல் காற்றுப் பம்பைக் கொண்டு பாயில் தீர்க்க முயன்றிருக்க முடியாது. ஆனல், அந்த ஆங்கிலப் பரிசோதகருக்குத் தம்முடைய காற்றுப் பம்புகளில் விரைவில் திருப்தியில்லாமல் போய்விட்டது. ஆதலால், அவற்றினும் சிறந்த கருவியை அவர் அமைத்துக் கொண்டார். அந்த இரண்டாம் மாதிரிகையில் வெற்றிடமாக்கக்கூடிய தனிக் கொள்கலம் ஒன்று இருந்தது (படம் 11). இந்த ஏற்பாட்டினுலும், வெற்றிடமாக்கப்பட்ட ஏனத்தில் மீந்துள்ள அழுத்தத்தை அளப்பதற்கேற்ற ஓர் அளவு கருவியைப் புத்தமைப்பாக அமைத்தாலும், நவீன பரிசோதனைமுறைக்கு உரிய வழியில் பாயில் நெடுந்தூரம் முன்னேறிவிட்டார். உண்மையாக, ராபர்ட் பாயில்தான் பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தின் உண்மைத் தந்தை என்று துணிந்து கூறுவேன். ஏனென்முல், அவர் மிகத் திறமையும் ஜாக்கிரதையும் உள்ள ஆராய்ச்சியாளராக

இடைச் செருகல் - parenthesis. சாதகபாதகங்கள் - pros and cons. மாதிரிகை - model. ராபர்ட் பாயில் - Robert Boyle.

இருந்தது மட்டும் அன்று. ஒன்றையும் விடாமல் திருத்த மான அறிக்கைகளை வெளியிடுவதற்குரிய பிரமாணங்களை முதன் முதலில் ஏற்படுத்தியவரும் அவரே.



படம் 11. பாயிலின் இரண்டாவது காற்றுப் பம்ப்பின் மேற் பகுதியை ஓரளவு வரிப்படமாக அமைத்த படம். இந்தப் பம்ப்பின் கீழ்ப் பகுதி முக்கிய அமிசங்களில் முதல் மாதிரிகையில் உள்ளதைப் போலவே இருந்தது. கண்ணாடிக் 'கொள்கலத்திலிருந்து' HG என்னும் வால்வின் வழி யாகக் காற்றை வெளியேற்றும் AB குழாயைக் காட்டும் பொருட்டு CDEF என்னும் தகடு வெட்டிக் காட்டப்பட்டிருக்கிறது.

பாயில் தம்முடைய கருவியின் இரண்டாவது மாதிரி கையால் செய்த பல பரிசோதனைகளைப் பற்றிய நீண்ட அறிக்கை ஒன்றை 1667ல் வெளியிட்டார். இவைகளில் சிலவற்றை அடுத்த அத்தியாயத்தில் கவனிப்போம். 'டேகார்டேயின் சூட்சுமப் பொருள் அல்லது ஈதரின் இயக்கங்களையும் உணர் திறனையும் பரிசிலனை செய்வதற்கான ஒரு முயற்சி...' என்ற தலைப்பிட்டவை சில மட்டுமே இங்கு கவனிக்கவேண்டியவை.

பெருங் கற்பிதக் கொள்கை ஒன்றை பாயில் நிதானமாகப் பரிசிலனை செய்ய முயன்றார். அதை ஒரு மனக்கோட்டிட்டம் என்று நாம் கூறலாம், அல்லது அப்படிக் கூறாமலிருக்கலாம். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் ஒளி-வீசு ஈதரின் பெயரிலும் இதைப் போன்ற ஒரு சிரமம் இருப்பது கவனிக்கத் தக்கது. உண்மையில், அவ்விரண்டையும் ஒருவாறு ஒருங்கு சேர்த்து, சூட்சுமத் திரவக் கொள்கையை இருபதாம் நூற்றாண்டில் கல்விப் போதனை விஷயத்திலாவது இன்றளவும் பயன்பட்டுவரும் ஒரு மனக்கோட்டிட்டம் என்று சொல்லலாம்.

டாரிசெல்லித் திட்டத்தை நேராகப் பரிசோதிக்க முடியாததுபோல், சூட்சுமப் பாய்பொருள் இருப்பதைப் பற்றியும், பாயிலாலோ அல்லது வேறு எவராலோ, நேராகச் சோதிக்க முடியவில்லை. இது மிகவும் முக்கியமான விஷயம். ஒரு மனக்கோட் திட்டத்திலிருந்து அதன் விளைவுகளை முதலில் ஊகிக்கவேண்டும் (பக்கம் 51). பிறகு இவ்விளைவுகள் ஒரு மிகக் குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கையாக முடியும் ஓர் அனுமானத் தொடருக்கு ஆதாரமாகும். ஒரு சோதனைச் செயலும் அதன் விளைவான

ஈதெர் - ether. ஒளிவீசு - luminiferous. குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கை - limited working hypothesis.

கவனக்குறிப்பும் உறுதிப்படுத்துவதோ அல்லது உறுதிப் படுத்தாமற்போவதோ கடைசிப்படியான இந்தக் குறுகிய கற்பிதக் கொள்கையைத்தான். சூட்சுமப் பாய்ப்பொருள் என்று ஒன்று உண்டா என்று பொதுவாகச் சோதிப் பதற்கும் சிற்சில குணங்களை உடையதான ஒரு பாய் பொருள் இருக்கிறதா என்று சோதிப்பதற்கும் வித்தியாசம் உண்டு என்று தெரியுமளவுக்குப் பாயில் தம்முடைய முடிவுகளையோ செயல் முறைகளையோ பகுத்தாராயவில்லை. ஆனால், அந்த (முக்கியமான) வித்தியாசம் அவருடைய பரிசோதனை ஒன்றின் முடிவில் உள்ளடங்கியிருக்கிறது. வெற்றிடமாக்கிய எனங்களில் 'ஈதர்' என்று ஒன்று இருந் தால், நூறு மடங்கு மென்மையாக்கிய சாதாரணக் காற்றை விட அது இன்னும் 'மெல்லியதாக' இருக்கவேண்டும் என்று அவர் அங்கு தெளிவாகக் கூறியிருக்கிறார். இந்தக் குறுகிய முடிவை ஒருவரும் ஆட்சேபிக்க முடியாது.

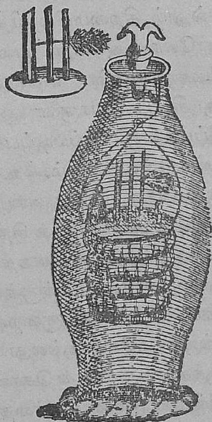
பாயில் செய்ததன் சாராம்சம் இதுதான். தாம் திட்டமிட்ட பரிசோதனைகளின் மூலம் வரையறுக்கப்பட்ட சிற்சில குணங்களையுடைய பாய்பொருள் ஒன்று உண்டு என்பதை அவர் ஒப்புக்கொளாகக் கொண்டார். சற்றே பொதுவானதாயும் தெளிவற்றதாயும் இருந்த தம்முடைய மனக்கோட் திட்டத்திலிருந்து சில விளைவுகளை அவர் ஊகித்தார். இவ் விளைவுகளிலிருந்து அடுத்தபடியாக, 'இப்படியிருந்தால்....அப்போது' என்னும் சிற்சில அனு மானங்களும் சிற்சில குறிப்பிட்ட பரிசோதனைகளும் தோன்றின. ஒவ்வொரு தடவையிலும் கிடைத்த விளைவுகள் அனுகூலமாக இல்லை. அதாவது, எதிர் பார்த்த பயன்கள் அவைகளின் மூலமாகக் காணப்பட வில்லை. குறிப்பிட்ட சில பரிசோதனைப் பரீக்ஷைகளில் அனுகூலமில்லா விடைகள் பலமாகத் திரண்டபடியால்,

ஒப்புக்கோளாக வைத்துக்கொண்ட குணங்களையுடைய சூட்சுமப் பாய்பொருள் ஒன்று உண்டு என்பதே சந்தேகத்தில் வந்துவிட்டது. வேறு குணங்களையுடைய சூட்சுமப் பாய்பொருள் ஒன்று உண்டா என்பதைப்பற்றி அவை ஒன்றுமே துலக்கவில்லை.

சூட்சுமப் பாய்பொருள் என்பது வாயுமண்டல அழுத்தத்தின் முப்பதிலொரு பங்குக்கும் குறைவான அழுத்தம் உடைய சாதாரணக் காற்றோடு பலவகையிலும் ஒப்பிடக்கூடிய பாய்பொருள் என்று பாயிலின் பரிசோதனைகள் வரையறுத்தன. இப்படி மென்மையாக்கப்பட்ட நிலையிலும் சாதாரணக் காற்றை ஒரு துருத்தியின் அல்லது பீச்சாங்குழலின் விரைவான இயக்கத்தால் இயக்கமுடியும். அப்பேர்ப்பட்ட 'மெல்லிய' பாய்பொருள் வீசுவதைச் செய்து காட்ட முடியும். கொள்கலத்துக் காற்றின் அழுத்தம் ஓர் அங்குலப் பாதரசத்துக்குக் கீழாகக் குறைக்கப்பட்ட பின்பும், ஓர் இறகை இயங்கச் செய்வதற்குப் போதிய சக்தியோடு அந்தக் காற்றை வீசச் செய்யமுடியும் என்று பாயில் காட்டினர் (படம் 12). தாம் தேடியதைப் போன்ற ஒரு சூட்சுமப் பாய்பொருளைக் கொள்கலத்திலிருந்து பம்ப்பின் செயலால் நீக்க முடியாது என்றே, அல்லது அப்படி நீக்கினாலும், அது உடனே ஒழுகி, மீண்டும் கொள்கலத்தின் உள்ளே புகுந்துவிடும் என்றே பாயில் வைத்துக்கொள்ள வேண்டியிருந்தது. ஏனென்றால், வால்வுகளின் மூலமாகவும் மெழுக்கால் மூடிய துளைகளின் மூலமாகவும் ஒழுக்கூடிய திறமை இந்தப் பாய்பொருளின் ஒப்புக்கோளாக உள்ள குணங்களில் ஒன்று. அப்படிப்பட்ட பாய்பொருள் ஒன்று உண்டு என்று சந்தேகிப்பதற்கு அவருக்குச் சிறிது காரணம்கூட இருந்தது. ஏனென்றால், வெற்றிடக் கருவிகளால் பரிசோதனை நிகழ்த்

திய மற்றப் பரிசோதகர்களுக்குப் போலவே, பாயிலுக்கும் 'ஒழுக்கு' களால் ஏற்பட்ட வேதனை அதிகம். உண்மையில் சாதாரணக் காற்றின் ஒரு பகுதியானது இறுக மூடியவை என்று தாம் எண்ணிய துவாரங்களின் வழியாக ஒழுகு மளவு சூட்சுமமாக இருக்கலாம் என்று தம்முடைய முதல் வெளியீட்டிலேயே அவர் குறிப்பிடுகிறார்.

டேகார்டேயின் ஈதருக்குச் சான்று தேடுவதற்குப் பாயில் செய்த பரிசோதனைகள் குழந்தைத்தனமானவை என்று வாசகர்கள் அவற்றை ஒதுக்கித் தள்ளலாம். ஆனால் சீராக நடத்தப்பட்டபோதும் அனுகூலமான விடைகளை அளிக்காப் பரிசோதனைகளும் கூட ஒரு மனக்கோட் திட்டம் நம்பத் தக்கதில்லை என்று சிலவேளைகளில் காட்டலாம் என்பதற்கு அவை ஒரு நல்ல உதாரணம். பொதுப்படையான ஓர் உத்தேசக் கருத்து எவ்வளவில் பொருத்த முடையது என்பதைப் பற்றி அவற்றினின்று தெரிந்து கொள்ள முடியாது. ஆனால், அந்தப் பரிசோதனைகளோடு நேரில் தொடர்புடைய தெளிவான ஒப்புக் கோள்களை வைத்துக்கொண்டால், ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தைப் பற்றிய சான்றுகளை அவை அளிக்கும் என்பதில்



படம் 12 காற்றைவிடச் சூட்சுமமான ஓர் ஊடகத்தைக் கண்டு பிடிப்பதற்குப் பாயில் உபயோகித்த 'பைத்துருத்தி'யின் படம்.

ஊடகம் - medium. பைத்துருத்தி - bladder-bellows.

சந்தேகம் இல்லை. இக்கால விஞ்ஞானிகள் எல்லோரும் ஐயமின்றி ஒப்புக்கொள்ளும் மனக்கோட் திட்டங்களைப் பார்த்தால், பாயில் செய்த பரிசோதனைகள் மிகவும் குழந்தைத்தனமானவை போலவே தோன்றுகின்றன. ஆனால், பதினேழாம் நூற்றாண்டு ஆராய்ச்சியாளர்களுக்குத் தெரிந்த மட்டில், காற்று என்பது மெல்லிய துளைகளின் ஊடாகச் செல்லும் திறமையில் வித்தியாசப்படும் இரண்டு பொருள்களாலோ அல்லது பல பொருள்களாலோ அமைக்கப் பட்டிருக்கலாம். உதாரணமாக, நுண்ணிய தூளாக்கிய ஒரு திடப் பொருளை ஒரு திரவத்திலிருந்து வடிகட்டிப் பிரிப்பதற்கு அப்படிப்பட்ட திறமை வித்தியாசத்தைப் பயன்படுத்துகிறோம். உண்மையில், வாயு மண்டலத்தின் பகுதிகளாக உள்ள வாயுக்கள் (முக்கியமாக ஆக்ஸிஜனும் நைட்ரஜனும்) மிகச் சிறிய விட்டமுள்ள குழாயின் வழியாகச் செல்லும் வேகத்தில் காணும் வித்தியாசம் மிகக் குறைவு என்று நமக்குத் தெரியும் ஆனால், இந்த வித்தியாசம் அவ்வளவு குறைவாக இருப்பதால், பதினேழாம் நூற்றாண்டிலோ அல்லது பதினெட்டாம் நூற்றாண்டிலோ இருந்த கருவிகளைக் கொண்டு செய்யக்கூடிய பரிசோதனைகளில், வாயுவின் நடத்தையில் இவ்வித்தியாசம் இருப்பது தெரியவில்லை. உண்மையில், எப்படிப்பட்ட வாயுக் கலவையிலும் பாயில் தேடிய 'சூட்சுமத் தன்மையில்' வித்தியாசம் அதிகம் காண முடியாது என்றே நாம் இப்போது நம்புகிறோம். களிமண்ணின் நுண் துகள் தொங்கும் நீரிலும், இரத்தத்திலோ பாலிலோ உள்ள பொருள்களின் நீர்க்கரைசல்களிலும் ஸ்தூலமான ஒருபடித்தல்லா நிலை காணப்படுகிறது. அதைப்போன்ற நிலை வாயுக்கலவையில் இருப்பதில்லை.

சூட்சுமத்தன்மை-subtlety. தொங்கும்–suspended. நீர்க்கரைசல்-water solution. ஸ்தூலமான - gross - ஒருபடித்தல்லா நிலை - non-homogeneity.

இதுவே வாயுவின் இயல்பு. ஆயினும், உண்மை இப்படித் தான் என்று தெரிவதற்கு ஒரு நூற்றாண்டுக்கு மேல் ஆயிற்று. காற்றின் செயலையும் மற்ற வாயுக்களின் செயலை யும் விளக்கும் பொருட்டு நாம் உபயோகிக்கும் (வாயுச் சலனக் கொள்கை என்னும்) மனக்கோட் திட்டம் வளர்ச்சியடைவதற்கு ஒரு நூற்றாண்டோ அதற்கு மேலோ ஆயிற்று.

காற்றையும் வாயுமண்டல அழுத்தத்தையும் பற்றிய பதினேழாம் நூற்றாண்டுக் கருத்துக்களை எடுத்துக் கூறும் போது, நீரைப் போலன்றி, காற்று எளிதாக அழுத்த முறக் கூடியது என்பதைச் சற்றே குறிப்பிட்டேன். இக் காலத்தில் ஒருவருக்கும் இதை நினைப்பூட்ட வேண்டிய அவசியமில்லை. ஆயினும், பாயில் தம்முடைய பரிசோதனை விவரங்களை வெளியிடுவதற்குமுன், சாதாரணக் காற்றின் இந்தப் பண்பைப் பற்றிச் சிறிதும் கவனம் செலுத்தப்பட வில்லை. இது ஒரு ரசமான விஷயம். அழுந்தக் கூடிய பொருளின் தொகுதி அதைத் தாங்கும் பரப்பின் மீது எப்படி அழுத்தம் செலுத்துகிறது என்பதற்கு உதாரணம் காட்ட, கார்டினல் ரிச்சிக்கு டாரிசெல்லி எழுதிய பிரசித்த மான கடிதம் ஒன்றில் கம்பளிச் சிலிண்டரின் உபமிதியை உபயோகிக்கிறார் என்பது நிஜம்தான். ஆனால், வெற்றிட மாக்குவதற்கு அவர் உபயோகித்த வழியை விளக்குவ தற்குக் காற்று மிகவும் அழுந்தக்கூடியது என்று சொல்ல வேண்டியதே இல்லை. நீரின் அழுத்தத்துக்கும் காற்றின் அழுத்தத்துக்கும் உள்ள உபமிதியைப் பாஸ்கல் தாம் எழுதிய நூல்களில் வற்புறுத்துகிறார். கம்பளியின் உப மிதியை அவர் குறிப்பிட்ட போதிலும், நீரைக் காட்டிலும்

வாயுச் சலனக் கொள்கை - kinetic theory of gases. கார்டினல் ரிச்சி - Cardinal Ricci. பாஸ்கல் - Pascal.

காற்று மிக மிக அழுத்தம் குறைந்த ஊடகம் என்பது போலவே அவர் பெரும்பாலும் பாவிக்கிறார். இதற்கு எதிரிடையாக, பாயில் காற்றின் அழுந்து தன்மையின் முக்கியத்துவத்தை அடிக்கடி வற்புறுத்துகிறார். உண்மையில், 'காற்றின் வில்' என்னும் சித்திரச் சொற்றொடரை அவர் வழங்குகிறார்.

'பரிசோதனையிலிருந்து தோன்றும் மனக்கோளுக்கு' ஓர் எளிய உதாரணம் வேண்டும் என்று தேடினால், காற்றானது மீள்சக்தி வாய்ந்த ஒரு பாய்பொருள் என்னும் கருத்து மீண்டும் பிறக்கத் தயாராக இருக்கிறது. ஏனென்றால், வெற்றிடமாக்குவதற்குப் பிளாரென்ஸ் நகரினரோ அல்லது பாஸ்கலோ உபயோகித்த முறையைப் போலன்றி, பாயில் கையாண்ட முறையில் ஒரு பம்ப்பை உபயோகிக்க வேண்டியிருந்தது. ஒரு காற்றுப் பம்ப்பின் கைப் பிடியை இயங்கச் செய்தால், இன்றும் கூடக் 'காற்றின் வில்லை' உடனே கையால் உணரலாம்! அந்தப் பம்ப்பு அழுத்தும் (அதாவது டயரில் காற்றடிக்கும்) பம்ப்பாக இருந்தால், கைப்பிடியைக் கீழ்நோக்கி அழுத்தும்போது ஒரு வில்லை அமுக்குவது போன்ற உணர்ச்சி உண்டாகும். அந்தப் பம்ப்பு வெற்றிடம் இயற்றும் பம்ப்பாக இருந்தால், பிடியை மேலே இழுக்கும்போது அதே உணர்ச்சி உண்டாகும். உண்மையில், வான் கெரிக்கேயின் தத்துவப்படி அமைக்கப் பட்ட வெற்றிடமாக்கும் பம்ப்பைக் (படம் 7) கவனித்தால், நீரைப் போல் காற்றும் அழுந்து தன்மை இல்லாப் பொருளாக இருந்தால், அந்த இயந்திரம் ஒருநாளும் வேலை செய்யாது என்பது தெரியும். கொள்கலத்தில் உள்ள காற்று உடனுக்குடனே விரிந்து வருவதால், பிஸ்டனைக் கீழே இழுத்ததும் வெற்றிடமாகிய சிலிண்டருக்குள் காற்று

காற்றின் வில் - spring of the air. வான் கெரிக்கே - von Guericke.

நிச்சயமாகப் புகுந்து பரவுகிறது. ஒவ்வோர் அடிப்பின் போதும் மீதியுள்ள காற்றின் ஒரு பின்னம் (கொள்கலம் சிலிண்டர் ஆகியவற்றின் ஒப்பு-அளவுகளே அந்தப் பின்னம் பொறுத்திருக்கும்) இவ்வாறு நீக்கப்படுகிறது. காற்றின் அமுங்கு தன்மையைப் பற்றிய கோட்பாட்டை அமைத்த தற்கு முழு முதன்மை ஸ்தானம் பதினேழாம் நூற்றாண்டுப் பரிசோதக நிபுணரான பாயிலுக்கே கொடுத்துவிட முடியாது. ஆனாலும், வேறொருவரின் உதவியின்றியே அவர் அதைச் சிருஷ்டித்திருக்கலாம். மேலும், அதன் முக்கியத் தன்மையை முதன் முதலில் உணர்ந்தவர் அவர்தான் என் பதிலும் சந்தேகமில்லை. காற்று எளிதில் அமுங்கும் தன்மையுடையது என்றும், நீர் அநேகமாக அமுங்காத் தன்மையுடையது என்றும் தோராயமாகச் சொல்லலாம். விஞ்ஞானத்தின் புதிய கிளை ஒன்றின் வளர்ச்சியின் தொடக் கத்தில் பண்பியல் சம்பந்தமாக உள்ள இந்த மனக்கோள்கள் பயனுள்ளவையாயிருந்தன. ஆயினும், நெடுநாளாகு முன், அவற்றோடு அளவியல் விஷயங்களையும் சேர்த்துக்கொண் டாலன்றி அவை திருப்திகரமாக இருக்கமுடியாது என்பது தெரிந்தது. அவைகளைச் சேர்ப்பதற்கு அளவீடுகள் வேண்டும். மேலும், தூய கருத்துக்களைக் கணித மூலமாகக் கையாளவேண்டும். அளவியல் பரிசோதனைகளையும் அவை களில் கணிதம் எடுத்துக்கொண்ட பங்கையும் பற்றிக் கூறும் பின் அத்தியாயம் ஒன்றில் (அத்தியாயம் ஆறில்) காற்றின் வில்லைப் பற்றிப் பாயில் கூறிய பண்பியல் மனக்கோளானது வாயுவின் மீள்சக்தியை அளவியல் முறையில் முறைப்படக் கூறுவதாக எப்படிப் பரிணமித்தது என்பதைப் பற்றிக் கூறப்படும்.

பரிசோதனை ஆராய்வில் மீளமீளத் தோன்றும் சில மாதிரிகள்

பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தில் மீளமீளக் காணப்படும் ஒரு மாதிரிக்கு, அதாவது ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டத்தின் முடிவுகளைப் பரிசோதனையால் எப்படிச் சோதிக்கக் கூடும் என்பதற்கு, முந்திய அத்தியாயத்தில் சில உதாரணங்கள் கொடுக்கப்பட்டன. மேலும், ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டம் புதிய பரிசோதனைகளை எப்படிப் பயனுக விளைவிக்கக் கூடும் என்பதையும் இந்த உதாரணங்கள் நிரூபித்தன. டாரிசெல்லி பரிசோதனை செய்ததும், பை-டி-டோமின் மீது பேரியே ஏறியதும், பேரியே கவனித்தவற்றைப் பாயில் சோதனைச்சாலையில் மீண்டும் நிகழ்த்தியதும், ஆகிய இவை யாவும் மீளமீள மடங்கிவரும் இந்த இரண்டு மாதிரிகளுக்கும் மிகச் சிறந்த உதாரணங்களாகும். இவைகள் எல்லாவற்றிலும் புதிய மனக்கோட் திட்டம் பயனளித்தது. அதுவுமன்றி, பெருங் கற்பிதக் கொள்கையின் ஒப்புக்கோள் ஒன்றை இந்தப் பரிசோதனைகளின் முடிவுகள் உறுதிப்படுத்தின. இதற்கு மாருக, ஒருவகையான சூட்சுமத் திரவத்தை பாயில் தேடிய முயற்சி (பக்கம் 155) அனுகூலமில்லா முடிவுகளையே அளித்தது. ஆதலால் அந்த வேலை மேற்செல்ல வழியில்லாமல் விரைவில் நின்றுபோய்விட்டது. ஆகையால், இவ்வகையான சூட்சுமத் திரவத்தைப் பற்றிய மனக்கோளைப் பெரும்பான்மையும் பயனற்றதென்றே முடிவுகொள்ள வேண்டும். நாம், மிகவும்

பேரியே – Perier. மீள மீள மடங்கி வரும் - recurring.

எச்சரிக்கையாக உள்ள ஐயப்பாடுடைய வேளைகளில் தவிர, மற்ற வேளைகளில் இதைத் 'தப்பு' என்றே சொல்லு வோம். எவ்வளவு மிதமாகச் சொன்னாலும், அந்த மனக் கோளிலிருந்து பெறப்பட்ட முடிவுகளில் ஒன்றையும் உறு திப்படுத்த முடியவில்லை என்றும், ஒரு திட்டம் அனுகூல மில்லா விளைவுகளுள்ள சில பரிசோதனைகளை மட்டுமே பயனாக அளிக்குமானால், எந்தப் பிரமாணத்தின்படியும் அது பயனுள்ளதாகாது என்றும் சொல்லலாம்.

பரிசோதனை முறையில் மடங்கிவரும் வேறு சில மாதிரிகளுக்குரிய சில எளிய உதாரணங்களை இந்த அத்தி யாயத்தில் கவனிப்போம். பதினேழாம் நூற்றாண்டு வாயு வியலைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி இந்தக் காரியத்தில் பயனுள்ள தாக இருக்கும். இதில் ஒரு பெரிய விஷயம் விடப்பட் டிருந்த போதிலும், விஞ்ஞான யுக்திகளையும் தந்திரங் களையும் பற்றிய பல முக்கியமான அம்சங்கள் நன்றாக விளக்கப்படுகின்றன. மேதாவிலாசத்தின் ஒளிச்சுடரிலி ருந்து முதலில் பளிச்சென்று உதித்த ஒரு புதிய மனக் கோட் திட்டம் எப்படி வளர்ச்சியடைகிறது என்னும் ஒரு மிக முக்கியமான விஷயத்துக்கு இதன்மூலமாக உதாரணம் காட்டுவது கஷ்டம். ஏனென்றால், அத்துணை விரைவாக ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டமாக அமைந்துவிட்ட டாரி செல்லியின் பரந்த கற்பிதக்கொள்கையின் உற்பத்தியைப் பற்றி நமக்குத் தெரிந்திருப்பது மிகக் குறைவே. இது ஒரு துரதிருஷ்டம்தான். ஆனால், இரசாயனப் புரட்சியைப் பற்றிக் கூறும் ஏழாம் அத்தியாயத்தில் இந்தக் குறையைத் தீர்க்கலாம் என்று எண்ணுகிறேன். மற்றப்படி ராபர்ட் பாயிலும் அவருடைய சமகாலத்தோரும் செய்த செயல்

மேதாவிலாசத்தின் ஒளிச்சுடர் – flash of genius. இரசாயனப் புரட்சி- Chemical Revolution.

களைப் பகுத்தாராய்ந்தால், முன்னேறிவரும் விஞ்ஞானத்தில் பரிசோதனை முறையை உபயோகிப்பதற்கு வேண்டிய முக்கிய அம்சங்களில் அநேகமாக எல்லாவற்றையும் காணலாம். தம்முடைய சர்ச்சையின் முன்னணியில் பாயில் 'வாயுவின் வில்லை' (பக்கம் 160) வைத்தது ஒரு பரிசோதனையிலிருந்து ஒரு புதிய மனக்கோள் எப்படி உதிக்கிறது என்பதைக் காட்டுகிறது. கருவிகளின் புத்தமைப்பின் முக்கியத்துவமும் அவற்றின் வளர்ச்சியின் முக்கியத்துவமும் விஞ்ஞான சரித்திரத்தின் அந்தப் பகுதியில் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. வான் கெரிக்கேயின் பம்ப்பு, பாயிலின் 'வாயுவியல் எஞ்ஜினின்' பல மாதிரிகள், டாரிசெல்லியின் பாரமானி என்பவற்றைச் சொல்லிய உடனேயே பரிசோதனைக்குரிய புதிய துறைகளைத் திறந்து விடுவதில் புதிய கருவிகள் எத்துணை அடிப்படையானவை என்பது புலனாகும். ஆயினும், தனியாகப் பார்த்தால், பரிசோதனைக் கவனக்குறிப்புக்களை மட்டும் விஞ்ஞான முன்னேற்றம் என்று கருதமுடியாது. அந்தப் பரிசோதனையை ஒரு பரந்த கருத்தோடு (ஒரு புதிய மனக்கோள் அல்லது மனக்கோட் திட்டத்தோடு) இணைக்கும் வழக்குத் தொடர் ஒரு முக்கியமான அம்சம். பாஸ்கலும் பாயிலும் தொடங்கி வைத்தவையாயும் முந்திய அத்தியாயத்தில் கவனிக்கப்பட்டவையாயும் உள்ள, எளியவையாயினும் மிகச் சிறந்த, சில பரிசோதனைகள் அத்தகைய தொடர்களுக்கு நேர்த்தியான உதாரணங்களாகும்.

பரிசோதனையில் மாறிகளாக இருக்கும் அம்சங்களைத் தெரிந்துகொள்வது மிகமிக முக்கியம் என்பதற்குப் பல உதாரணங்களை வாயுவியலின் ஆதி - சரித்திரத்தில் காணலாம். 'காற்றின் வில்லை' ஒட்டிய தம்முடைய பரிசோதனை

வாயுவியல் எஞ்ஜின் - pneumatical engine. **பாரமானி** - barometer.

களைப் பற்றிப் பாயில் எழுதிய நூலைத் தற்செயலாக எங்கே திறந்தாலும், மாறிகளை நியமப்படுத்துவதைப் பற்றி ஓர் உபந்நியாசம் செய்வதற்கு ஏற்றதான ஏதாவதொரு மேற்கோள் அகப்படும். இந்தக் காரணத்தால், வெற்றிடத்தில் ஒலியைச் செலுத்துவதைப் பற்றி அவர் செய்த ஆராய்ச்சியைச் சுருக்கமாகவாவது கவனிப்பது நல்லது. விஞ்ஞான ஆராய்வின் முற்போக்கில் பங்கெடுத்துக்கொண்ட ஒரு பரிசோதனை வகையை வாசகருக்கு நினைப்பூட்டவும் அது உதவும். ஒரு புதிய அல்லது திருந்திய கருவி ஓர் ஆராய்ச்சியாளருக்குக் கிடைத்ததும், சற்றே ஈரடியாகப் பொருள் கொள்ளக்கூடிய பழைய பரிசோதனைகளின் பொருளை முன்னிலும் நிர்ணயமாகத் தெரிந்துகொள்ள அதை உபயோகிக்க முடியும் என்று அவ்வாராய்ச்சியாளருக்குத் தெரிகிறது. அவற்றின் மூலமாகப் புரட்சிகரமான ஒரு புதுமையைக் கண்டுபிடிக்க நேர்வது மிக அரிது. ஏனென்றால், அதில் சம்பந்தப்பட்ட மனக்கோள்களோ மனக்கோள் திட்டங்களோ பெரும்பான்மையும் பொதுவாக ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டவை. ஆயினும், நன்கு முடிபோடாமல் கிடக்கும் சில சிம்புகள் அதில் இருக்கின்றன. அவைகளை முடி போட்டாக வேண்டும். சுருங்கக் கூறின், விஷயம் மிக மிக அவசரமானதாக இல்லாவிட்டாலும், ஆராய்ந்தால் பயன்தரக்கூடிய நல்ல விஷயம். ஏனென்றால், கைவசம் ஒரு புதிய கருவி கிடைத்ததால், புதிய தாக்கு முறை ஒன்றை அகக் கண்ணால் காண முடிகிறது. ஓரிடத்தில் குவியும் சான்றுகளிலிருந்துதான் விஞ்ஞானக் கட்டுக்கோப்பைத் தாங்கும் முடிவுகள் பெறப்படுகின்றன என்பது நமக்கு நினைவிருக்க வேண்டும். பின்வரும் பக்கங்களில் கூறப்படும் விஷயம் வாசகர்களுக்கு மிகவும் அற்பமானதாகத் தோன்றலாம். ஆனால், அந்தக் காரணத்தி

னுலேயே அது ஒரு காரியத்தில் பயனுள்ளதாக இருக்கலாம். ஏனென்றால், நிகழ்ச்சி - வரலாறுகளைக் கூறும் முறையின்மூலமாக விஞ்ஞானத்தைப் பாமரர்களுக்கு எடுத்துக் காட்டுவதில் ஓர் அபாயம் இருக்கிறது. பரந்த மனக்கோட் திட்டங்களும் புத்தம் புதிய மனக்கோள்களும்தான் முக்கியம் என்ற எண்ணம் அவர்களுடைய மனத்தில் படும் என்பதுதான் அந்த அபாயம். இ. எஸ். கிரீசி எழுதிய **பதினைந்து முக்கியமான உலகப் போர்கள்** என்னும் நூல் இராணுவ சரித்திரத் துறையில் இப்படிப்பட்ட ஒரு மயக்கத்தைத் சாமானிய வாசகர்களின் மனத்தில் எழச் செய்கிறது. இந்நூலில் அடுத்த சில பக்கங்களில் காற்றுப் பம்ப்பைக்கொண்டு பாயில் நிகழ்த்திய அவ்வளவு முக்கியமில்லாச் சில பரிசோதனைகளைச் சுருக்கமாகக் கூறப் போகிறேன். அவை விஞ்ஞான யுக்திகளின் பல அம்சங்களை விளக்கும் பொருட்டு எழுதப்பட்டவை. ஆயினும், அவை விஞ்ஞான சரித்திரத்தைப் பற்றிக் கொள்ளக்கூடிய டாம்பீகமான எண்ணத்துக்கு ஒரு மாற்று மருந்தாக இருக்கலாம்.

பாயிலின் சில பரிசோதனைகளிலிருந்து உதாரணங்கள்

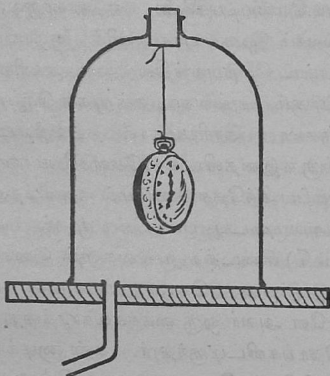
வெற்றிடத்தில் ஒளியைச் செலுத்துதல்: இந்த விஷயத்தைப் பற்றிப் பாயில் செய்த சர்ச்சையிலிருந்து நாம் ஒரு முடிவு கொள்ளலாமானல், ஒலி செலுத்தப்பட்டு வந்த ஊடகம் காற்றே என்று சிலகாலம் பொதுவாக நம்பப்பட்டு வந்ததே அதுவாகும். ஒரு வெற்றிடத்தின் வழியாக ஒலி செல்லக் கூடாது என்பது இந்த மனக்கோளிலிருந்து

இ. எஸ். கிரீஸி-E. S. Creasy. பதினைந்து முக்கியமான உலகப் போர்கள் - *Fifteen Decisive Battles of the World*. மாற்று மருந்து - antidote. வெற்றிடம் - vacuum.

பெறப்படுகிறது. ஒலி செலுத்தப்படுவதற்குக் காற்றே ஊடகம் என்னும் மனக்கோளின் இந்த விளைவை அக்கடமியா டெல் சிமெண்டோவைச் சேர்ந்த பிளாரென்ஸ் நகரத்துப் பரிசோதகர்கள் சோதிக்க முயன்றதுபோல் தோன்றுகிறது. அவர்களுக்குக் கிடைத்த சோதனை முடிவுகள் உறுதியளிக்கக்கூடியவையாக இல்லை. அவர்கள் செய்த செயல்முறைகளைக் கவனித்தால், இதைப் பற்றி ஆச்சரியப்படவேண்டியதில்லை. ஏனென்றால், அவர்கள் செய்ததெல்லாம் ஒரு பாரமானிக் குழாயில், பெரிதாக அமைக்கப்பட்ட மேற்புறத்தில், ஒரு மணியைத் தொங்க விட்டதே யாகும். எவ்வளவு நன்றாகச் செய்தாலும், இது ஓர் இடைஞ்சலான காரியம்தான். வெற்றிடத்தை உண்டாக்குவதற்கு இதைவிடச் சௌகரியமான வழியைப் பாயிலின் பம்ப்பு சந்தேகமில்லாமல் அளித்தது. அப்படியிருந்தும், அவருடைய பம்ப்பின் முதல் மாதிரிகையால் (படங்கள் 6, 7) கிடைத்த முடிவுகளும் இதைப் போலவே ஈரடியாக இருந்தன. கோள வடிவமான ஒரு கொள்கலத்தினுள்ளே அவர் ஒரு கைக்கடிகாரத்தை ஒரு நூலில் கட்டித் தொங்கவிட்டிருந்தார். கண்ணாடிக் கோளத்தில் காற்று நிரம்பியிருந்தபோது கடிகாரத்தின் ஓசை நன்றாகக் கேட்டது. ஆனால் அதை வெற்றிடமாக்கியபோது அந்த ஓசை கேட்கவில்லை. இதற்கு எதிரிடையாக, ஒரு கொள்கலத்தின் பக்கங்களின்மீது பட்டுக்கொண்டிருந்த ஒரு குச்சியிலிருந்து தொங்கவிட்ட ஒரு மணியின் ஓசை கொள்கலத்தில் காற்று நிரம்பியிருந்தபோது எப்படிக் கேட்டதோ அநேகமாக அவ்வளவு நன்றாகவே கொள்கலம் வெற்றிடமாக்கப்பட்டபோதும் கேட்டது.

கோள வடிவமான - globular.

இதில் பிழைக்கு இரண்டு காரணங்கள் இருக்கக்கூடும் என்று பாயில் தெரிந்துகொண்டார். முதலாவது, வெற்றிடமாக்கிய இடத்தில் சிறிது காற்று இன்னும் பாக்கியிருக்கலாம் (பிளாரென்ஸ் நகரத்தார் உபயோகித்த பாதரச ஸ்தம்பத்தில் வாயுக் குமிழிகள் எளிதில் புகுவதுண்டு). அல்லது ஒலியின் பாதை கெட்டியான அதன் ஆதாரத்தின் வழியாகக் கொள்கலத்துச் சுவரை அடைந்து,



படம் 13. வெற்றிடத்தில் கைக்கடிகாரத்தை வைத்துச் சோதனை செய்வதற்குரிய கருவியின் விளக்கப் படம். காற்று வெளியேற்றப்பட்ட மணிவடிவமான கண்ணுடிக் கொள்கலத்தில் கடிகாரம் தொங்கவிடப் பட்டிருக்கிறது.

அங்கிருந்து வெளிக் காற்றுக்குச் செல்லலாம். கொள்கலம் வேறாக அமைக்கப்பட்ட அவருடைய இரண்டாவது மாதிரிகைப் பம்ப்பு (படம் 11) தயாரானபோது, இதைக் காட்டிலும் சிறந்த பரிசோதனை சாத்தியமாக இருந்தது. 'நல்ல அலாரம் அடிக்கும்' கைக் கடிகாரம் ஒன்று கொள்கலத்துக்குள் ஒரு நூலில் தொங்கவிடப்பட்டது.

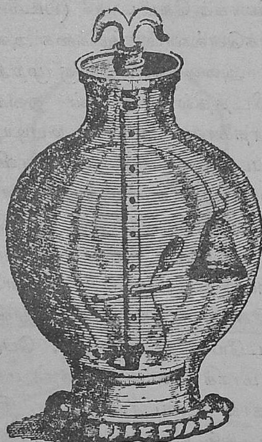
பின்பு அந்தக் கொள்கலம் வெற்றிடமாக்கப்பட்டது. அலாரம் அடிக்கவேண்டிய வேளை வந்ததும், ஓசை ஒன்றும் கேட்கவில்லை. ஆனால், அப்போது சிறிது காற்றை உள்ளே புகவிட்டதும், பலவீனமாக ஓசை கேட்டது. இன்னும் அதிகமாகக் காற்றை உள்ளே புகவிட்டதும், அடித்துக் கொண்டிருந்த 'அலாரத்தின் ஓசை பக்கத்திலுள்ளவர் களுக்குத் தெளிவாகக் கேட்டது' (படம் 13).

இம் முடிவுகளெல்லாம் நம்பிக்கை அளிக்கும் சான்று கள். எனினும் அவை பாயிலுக்கு முற்றும் திருப்தியாக இல்லை. வெற்றிடத்தில் மணியின் ஓசையை அடங்கச் செய்யும் பரிசோதனையை அவர் மறுபடியும் மேற்கொண் டார். 14ம் படத்தில் காட்டிய கருவியால் மெல்லிய வளைந்த கம்பியால் கொள்கலத்தினுள்ளே தொங்கவிட்ட மணியை அடிக்க ஏற்பாடு செய்தார். 'கொள்கலம் நன்றாகக் காலி செய்யப் பட்டதும், ஏதாவது ஒலி உண்டாக்கப் பட்டதா இல்லையா என்பது சில வேளைகளில் பக்கத்தி லுள்ளவர்களுக்கே சந்தேகத்தில் வந்துவிட்டது....(முன் னல் இடையிடையே கேட்காமலும், பெரும்பான்மையும் மிகவும் பலவீனமாகக் கேட்டும் வந்த) மணியின் மேலே சுத்தி அடிப்பதால் உண்டான ஓசை; சிறிது வாயுவை உள்ளே புகவிட்டதும், எளிதாகக் கேட்கத் தொடங்கிற்று.

இந்த எளிய பரிசோதனைகளில் உள்ள மாறிகள் இரண்டு. காற்று இருப்பது சாத்தியம் என்பது ஒன்று; ஒரு திடமான ஆதாரத்தின் மூலமாக ஒலி வெளியே செலுத்தப்படுவது மற்றொன்று. இந்த மாறிகள் இருப் பது தெரிந்ததும், நீக்கல் முறையால் அவற்றை நியமப் படுத்த முடிந்தது. வெற்றிடமாக்கிய தம்முடைய கொள் கலத்தின் உட்புற அழுத்தத்தை அளப்பதற்கு ஏற்றதான

நீக்கல் முறை-elimination. நியமப்படுத்தல்-control.

ஒரு கருவியைப் பின்னர் பாயில் திருத்தி அமைத்தார் என்பது முதலாவதைப் பற்றிய ஒரு ரசமான விஷயம். தொடக்கத்திலேயே அப்பேர்ப்பட்ட அளவு கருவி அவருடைய கைவசம் இருந்திருந்தால், இங்குக் கூறிய முதலாவது மாறியை, அதாவது கொள்கலத்தின் வெற்றிடத் தன்மையின் அளவை, இன்னும் துல்லியமாக அவர்



படம் 14. வெற்றிடத்தில் மணியை அடிப்பதற்குப் பாயில் அமைத்த கருவியின் மரச் செதுக்குப் படம்.

நியமப்படுத்தி யிருக்கலாம். அப்போது அவர் இம்மாதிரியாக ஏதாவது சொல்ல முடிந்திருக்கலாம்: 'அளவு கருவியில் ஓர் அளவீட்டுக் குறிப்புக்குக் கீழாக வாயுமண்டல அழுத்தத்தைக் குறைத்துவிட்டால், அலாரம் அடித்த போதும் (அல்லது மணி அடிக்கப்பட்டபோதும்) ஒலி

மரச் செதுக்குப் படம் - wood engraving.

கேட்காது. காற்றை உள்ளே வரவிட்டு அழுத்தத்தை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவுக்கு உயர்த்திய பின்பே இலேசாக ஒலி கேட்கும்'. ஒரு மாறி அளவியல் முறையில் அளவிடக் கூடியதாக இருந்தால், அந்த மாறியால் ஏற்படும் நிச்சயமில்லா நிலையை மிகவும் குறைக்கக்கூடும்; பரிசோதனைகளை நடத்துவதும் சாதாரணமாக மிகமிக எளிதாகிவிடும்.

புதிய செய்முறையால் தேடி ஆராய்தல்: இந்த விருத்தாந்தத்திலிருந்து இன்னுமொரு நீதியைப் பெறுவதற்குமுன் பாயிலையும் அவருடைய காற்றுப் பம்ப்பையும் விட்டுச் செல்லலாகாது. தாம் செய்த பல பரிசோதனைகளைப் பற்றி அவர் மிக விரிவாக வர்ணித்துக் கூறும் பக்கங்களைப் புரட்டினால், அவைகள் மனம் போனபடி செய்த பரிசோதனைகள் என்றே நமக்குத் தோன்றும். இப்பேர்ப்பட்ட வகையான செயல்களே பௌதிக இரசாயனச் சரித்திரங்களில் உயிர்நாடிபோல் இருந்திருக்கின்றன. இதை யாரும் மறுக்க முடியாது. இதுவரை நம்முடைய பகுத்தாராய்ச்சிக்கு விஷயமாக இருந்ததாயும், தர்க்க முறையில் ஒன்றோடொன்று பொருந்தியதாயும் உள்ள மாதிரி இந்த உதாரணங்களில் காணப்படுவதில்லை என்பது நன்ருகத் தெரிகிறது. உலகப் படத்தில் குறிக்கப்படாதிருக்கும் ஒரு தீவில் இறங்கிய நாடுதேடி என்ன செய்வாரோ அதைப் போலவே புதிய விஞ்ஞானக் கருவியைப் புத்தமைப்பாக இயற்றியவரும் செய்கிறார். அவர் தமக்கு வாய்த்த அதிருஷ்டத்தை எவ்வளவு பயன்படுத்தலாமோ அவ்வளவும் பயன்படுத்துவார். அப்போது காணப்படும் ஒவ்வொரு விஷயமும் அவருக்குக் கவனிக்கத் தக்கதாயும் குறிப்பெழுதத் தக்கதாயும் தோன்றுகிறது. உதாரணமாக,

உலகப்படம்-map. நாடுதேடி-explorer.

'இந்தப் பொருளையோ அல்லது அதையோ நான் ஒரு வெற்றிடத்தில் வைத்தால் அப்போது என்ன நிகழும்?' என்பது போன்ற வினு ஒன்றைப் பாயில் தம்மைத் தாமே கேட்டுக்கொண்டேயிருந்தார். அவருடைய காலத்துக்கு முன் அக்கடமியா டெல் சிமெண்டோவின் அங்கத்தினர் களும் ஆட்டோ வான் கெரிக்கேயும் இதைப் போலவே 'வெற்றிட நிகழ்ச்சிகளை' ஆராய்ந்திருந்தார்கள். அவர் களுடைய முடிவுகளில் பெரும்பான்மையும் பாயிலுக்கு அனேகமாகத் தெரிந்திருக்கமாட்டா. ஆனுல், இந்த விருத் தாந்தத்தில் யார் முந்தி, யார் பிந்தி என்பதைப் பற்றி நாம் கவலைப்பட வேண்டியதில்லை. பேரவாவுள்ள பரிசோதகர் ஒருவர் தம்முடைய புதிய உத்தியால் இயற்றக் கூடியவை களை எல்லாம் எவ்வளவு நன்ருகப் பயன்படுத்தலாமோ அவ்வளவு நன்ருகப் பயன்படுத்துகிருர் என்பதை நாம் தெரிந்து கொள்வதுதான் இங்கு முக்கியம். வெற்றிடத்தில் வைத்த பாரமானியால் பாயில் செய்த பரிசோதனையைப் பற்றிப் போன அத்தியாயத்தில் செய்த சர்ச்சையில் காட்டியதுபோல், சில வேளைகளில் அவர் ஒரு பரந்த மனக் கோட் திட்டத்தின் விளைவைச் சோதித்துக்கொண்டிருப் பார். ஒலியைப் பற்றி இப்போது செய்த சர்ச்சையில் போல், சில வேளைகளில், அவர் நன்கு தெரிந்துள்ள ஒரு கருத்துக்குப் புதிய சான்றுகளை எடுத்துக்காட்ட முயன்று கொண்டிருப்பார். ஆனுல், அவர் அனேகம் வேளைகளில் வெறுமனே தான் பரிசோதனைகளைச் செய்துகொண் டிருப்பார். அவர் கண்டுபிடித்த புதிய விஷயங்கள் எல்லாம் தனித் தனித் துண்டுச் செய்திகளாக இருக்கும். பின்னர்த்தான் அவைகளை விஞ்ஞானம் என்னும் மனக் கோட் கோப்பில் இசைத்து நெய்யவேண்டும்.

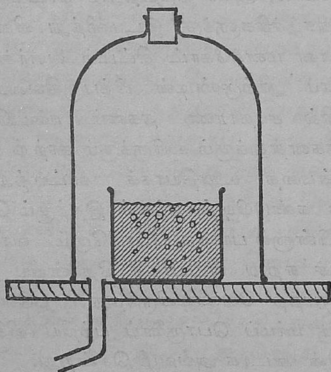
உத்தி-technique. மனக்கோட் கோப்பு-conceptual fabric.

பாயிலின் கவனக்குறிப்புக்களில் சிலவற்றை இப்போது குறிப்பிட்டால், சிற்சில வகையான பரிசோதனைக் காரியங்கள் தேடியறியும் நோக்கமுள்ளவைகள் என்றும், அவைகளிலிருந்து கிடைக்கும் விளைவுகள் துண்டு துண்டாகவே இருக்கும் என்றும் விளக்கலாம். வெற்றிடத்தில் மெழுகுவர்த்தி எரியாது, ஆனால் வெடிமருந்து எரியும் என்னும் உண்மையை திறமையாக அமைத்த சில கருவிகளின் உதவியால், அவர் நிரூபித்துக் காட்டினார். இந்தச் சாமானிய நிகழ்ச்சிகளுக்கு இடமளித்து விளக்கும் ஒரு திருப்திகரமான மனக்கோட் திட்டம் வளர்ச்சி யடையப் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதிவரை ஆயிற்று. வெற்றிடத்தில் சாதாரண தகனம் நடைபெறாதிருந்த விஷயமும் தகனத்துக்கும் உயிருக்கும் காற்று இன்றியமையாதது என்பதை உறுதியாகக் காட்டிற்று. ஆனால், ஆக்ஸிஜனைக் கண்டுபிடித்ததற்கும் இதற்கும் வெகு தூரம் என்பதைப் பின்னால் பார்க்கப்போகிறோம். வாஸ்தவத்தில் பார்ப்பதற்குச் சுற்று வழியாகத் தோன்றிய ஒன்றையே முதலில் பின்பற்ற வேண்டியிருந்தது. புளொஜிஸ்டான் என்னும் ஒரு மர்மப் பொருளைப் பற்றிய விசித்திரமான எண்ணங்களின் ஊடாக அவ்வழி சென்றது.

சில வேளைகளில் பாயில் ஓர் இலக்கைக் குறிக்கோளாகக் கொண்டு, தம்முடைய ஆராய்வை நடத்தி வந்தார். உதாரணமாக, வெற்றிடமாக்கிய ஓர் ஏனத்துக்குள் இரண்டு பரப்புக்களை ஒன்றோடொன்று உராயும்படி சுழலச் செய்ய அரும்பாடு பட்டு வழி தேடினார். பிறகு சட்டென்று காற்றை உள்ளே புகவிட்டார். அந்தப் பொருள்கள் கதகதப்பாக இருக்கக் கண்டார். ஆகவே, காற்று இல்லாத இடத்திலும் உராய்வினால் வெப்பம் உண்

புளொஜிஸ்டான் - phlogiston. மர்ம - mysterious.

டாகலாம் என்று அவர் முடிவு செய்தார். நீர் நிரம்பிய தாயும் மேற்புறம் திறந்ததாயும் உள்ள ஓர் ஏனத்தில் குறைந்த அழுத்தமுள்ள காற்றை உறைக்கச் செய்தால் என்ன நிகழும் என்று தம்முடைய முதல் பம்ப்பைக் கொண்டு ஆராய்ந்தார். வாயு மண்டல அழுத்தத்தை மிகவும் குறைத்தால், நீரின் கன அளவு நன்கு தெரியக் கூடியபடி விரிவடையுமா என்பதை அறிய அவர் முதன்



படம் 15. வெற்றிடத்தில் நீரைக் கொதிக்கச் செய்வதற்கான கருவியின் வரிப் படம். மணி வடிவமான கண்ணாடிக் 'கொள்கல'த்திலிருந்து காற்று வெளியேற்றப்பட்டால் நீர் கொதிக்கத் தொடங்குகிறது.

முதலில் ஆசைப்பட்டதாகத் தோன்றுகிறது. ஆயினும், எடுத்த உடனேயே இதில் அவருக்குச் சில தொந்தரவுகள் ஏற்பட்டுவிட்டன. ஏனென்றால், சாதாரண நீரில் காற்றுக் கரைந்திருக்கிறது. அப்பேர்ப்பட்ட நீரில் ஒரு சிறு பகுதியின் மேலுள்ள காற்றழுத்தம் குறைக்கப்பட்ட உடனே, அந்தக் காற்றின் குமிழிகள் தோன்றி எழுந்து நீரின் மேல்

மட்டத்துக்கு வருகின்றன. பிரச்சினையை இது சிக்க லாக்குகிறது. காணக்கூடிய அளவில் நீருக்கு 'வில்' உண்டா, கிடையாதா (அதாவது அது நன்கு விரிவடையக் கூடியதா) என்பது பாயிலுக்கு முதலில் நிச்சயமில்லை. சற்றே வெற்றிடமாக்கிய ஏனத்தில் சூடான நீரை வைத்தால் நிகழும் உண்மைக் கொதித்தலும் இப்படி நீரிலிருந்து காற்றுக் குமிழிகள் எழுவதும் ஒன்று என எண்ணி மயங்கு வது எளிது. காற்றின் அழுத்தத்தை வாயுமண்டல அழுத் தத்தின் சுமார் முப்பதில் ஒரு பங்காகக் குறைத்தால், அறையின் சாதாரண உஷ்ணநிலையில் உள்ள நீரையும்கூடக் கொதிக்கச் செய்யமுடியும் என்று தெரிந்துகொள்வதற்கு, திருத்தம் பெற்ற பம்ப்புகளைக் கொண்டு பாயில் பின்னர்ச் செய்த பரிசோதனைகள் வேண்டியிருந்தன (படம் 15). மேலும், இதுவும் இதையொத்த கவனக்குறிப்புக்களும் சுட்டிய விஷயங்களை ஆவியமுத்தத்தை ஒட்டியவையான மனக்கோள்களின் மூலமாக முறைப்படக் கூறுவதற்கு நூறு வருஷங்கள் ஆயின.

பரிசோதனை உத்திகளுக்கு பாயில் அளித்த உதவி. இரசாயனத் துறையில் பாயில் செய்த காரியங் களில் அவருக்குப் பெரும் புகழ் கிடைத்தபோதிலும், (அவை ஓரளவு மட்டுக்கு மிஞ்சிப் புகழப்பட்டவை), காற்றுப் பம்ப்புகளால் செய்யக்கூடிய பரிசோதனைகளி லேயே தம்முடைய ஆயுட்காலத்தில் பெரும்பகுதியை அவர் செலவழித்தார். அவர் எழுதிய **ஐயப்பாடுடைய விஞ்ஞானி** என்னும் நூலைப்பற்றி நாம் பின்னால் குறிப்பிடு வோம். அவர் இயற்றிய வாயுப் பம்ப்பின் மூன்றாவது மாதிரிகையானது புத்தமைப்பு-மனம் படைத்த டெனிஸ்

ஆவியமுத்தம் - vapour pressure. ஐயப்பாடுடைய விஞ்ஞானி - Skeptical Chymist.

பேப்பின் என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டினரோடு சேர்ந்து 1669ல் அமைக்கப்பட்டது. வாயுமண்டல அழுத்தத்தில் நூற்றிலொரு பங்கைக் காட்டிலும் மிகக் குறைவான அழுத்தமுள்ள வெற்றிடத்தை அதைக்கொண்டு பாயிலால் இயற்ற முடிந்தது. பிறகு, அமிலத்தில் பவளத்தை இடுவது போன்ற செயல்களால் அப்படி வெற்றிடமாக்கிய ஏனத்தில் செயற்கை வாயுக்களை எப்படி உண்டாக்கக்கூடும் என்று காட்டினர் (அவர் தயார் செய்தது உண்மையில் கார்பன்-டை-ஆக்ஸைடே ஆகும்). பின்பு, திறமையும் நுட்பமும் வாய்ந்த முறைகளால் இந்தச் செயற்கைக் காற்றை ஓர் ஏனத்திலிருந்து மற்ரேர் ஏனத்துக்கு மாற்றவும், அதனல் பரிசோதனைகளை நடத்தவும் அவரால் முடிந்தது. குறைவான அழுத்தத்தை உபயோகித்தால், சகஜமான கொதிநிலையைக் காட்டிலும் மிகவும் தாழ்ந்த உஷ்ணநிலையில் திரவங்களை எப்படிக் காய்ச்சி வடிக்க முடியும் என்றும் அவர் காட்டினர். இந்தப் புதிய உத்திகள் விஞ்ஞானப் போக்கை அதிகமாகப் பாதிக்காமல் இருந்தது வாயுவியல் சரித்திரத்தில் ஓர் அற்புதமான விஷயம். ‘வெற்றிடக் காய்ச்சி வடித்தல்’ என்பது இரசாயனிகள் ஒழுங்காகக் கையாளும் முறையாக ஆதிக்கம் பெறத் தொடங்கியது பத்தொன்பதாம் நூற்ருண்டில்தான். வாயுக்களைக் (செயற்கைக் காற்றுக்களைக்) கொண்டு பரிசோதனை செய்தவர்கள் வெற்றிடமாக்கிய ஏனங்களைப் பொறுப்பான கருவியாக உபயோகித்ததோ இருபதாவது நூற்ருண்டில்தான்!

வாயுவியல் ஆராய்ச்சி உத்திகளில் பாயில் அமைத்த முன்னேற்றங்களை விஞ்ஞான உலகம் ஏற்றுக்கொள்வதற்கு அவ்வளவு நெடுங்காலத் தாமதம் ஏற்பட வேண்டிய

டெனிஸ் பேப்பின் - Denis Papin. அமிலம் – acid. பவளம் - coral. கார்பன் டை – ஆக்ஸைடு - carbon di-oxide. சகஜமான - normal. கொதிநிலை - boiling point. வெற்றிடக் காய்ச்சி வடித்தல் - distillation in vacuo.

காரணம் என்ன? இப்பேர்ப்பட்ட பரிசோதனை முறையி லுள்ள சிரமங்கள்தான் இதற்குக் காரணம் என்பதே விடை என்று தோன்றுகிறது. பாயிலின் பம்ப்புகள் போன்றவை மிக விலையுள்ளவை. வெற்றிடக் காரியமும் மிகவும் தொந் தரவான கலை. இன்றளவும் அது அப்படியே இருந்துவரு கிறது. வாயுக்களைக் கையாளுவதற்கு அதை விட மிகவும் சௌகரியமானதும், ஆனால் சற்றே முரடானதுமான முறை ஒன்று, கிட்டத்தட்ட அதே சமயத்தில், புதிதாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்டு, அனேகமாக எல்லாராலும் ஒப்புக்கொள் ளப்பட்டது. இதுதான் வாயுப்பிடி தொட்டியை உபயோ கிக்கும் முறை. இரசாயனப் புரட்சி சம்பந்தமாக இதைப் பற்றி விவரமாகச் சொல்லவேண்டியிருக்கும். கண்ணுடியை உருக்கி ஊதுவதும் உலோகத்தைப் பலவிதமாக அமைப் பதும் நன்கு பண்படும் வரை, பாயில் குறிப்பிட்ட முறையில் வாயுக்களைக் கையாளுவதற்கு ஏற்ற கருவிகளைச் சோதனைச்சாலைத் தொழிலாளிகளால் விரைவாக அமைக்க முடியவில்லை. திருப்திகரமாக வேலை செய்பவைகளாயும், கூடியவரை விலை மலிவானவைகளாயும் உள்ள வெற்றிடப் பம்ப்புகள் கிடைக்கும் வரை, எஞ்சிய காற்றேடு அதிகக் கலப்பு ஏற்படாமல் தடைசெய்யவும் முடியவில்லை. பத் தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் இரண்டாம் பகுதியில் முதன் முதலாக அமைக்கப்பட்ட சுடர்நிலை விளக்கின் வளர்ச்சி யானது சாதாரண வாயுமண்டல அழுத்தத்தை விடப் பல நூறுமடங்கு குறைவான அழுத்தநிலையை உண்டாக்கவல்ல வாயுப் பம்ப்புக்களை அமைக்கும்படி புத்தமைப்பாளர்களைத் தூண்டிற்று. மிகப் பெரிய ஏனங்களிலும் வாயு மண்டல அழுத்தத்தில் பத்து லக்ஷத்தில் ஒரு பாகத்தைவிட மிகக்

வாயுப்பிடி தொட்டி-pneumatic trough. இரசாயனப் புரட்சி-Chemical Revolution. கண்ணுடியை உருக்கி ஊதுதல்-glass-blowing. சுடர்நிலை விளக்கு. incandescent light.

குறைந்த அழுத்தம் ஏற்படும்வரை வெற்றிடம் இயற்று வதை அப்போர்ப்பட்ட பம்ப்புகள் இக்காலத்தில் சாத்திய மாக்கிவிட்டன. எக்ஸ்-ரே குழாய்கள், ரேடியோ குழாய் கள், சைக்கிளோட்டிரான்கள், பல வகையான சிக்கலான அமைப்பையுடைய பௌதிகக் கருவிகள், இரசாயனக் கரு விகள் ஆகிய யாவும், 'நல்ல வெற்றிடத்தை அமைக்கும்' கலை சர்வ சாதாரணமாக ஆகிவிட்டபடியால் மட்டுமே, சாத்தியமாக இருக்கின்றன. பாயில் பாடுபட்டுச் செய்த பரிசோதனைகளின் சோதனைச்சாலை விளைவுகள் கடைசியில் பலனளித்துவிட்டன.

ராபர்ட் பாயிலையும், அவருடைய பம்ப்புகளையும் பற்றிய விஷயங்களை நாம் விட்டு நீங்கு முன் இரண்டொரு வார்த்தை சொல்வது பொருந்தும். அவரோடு உழைத்த டெனிஸ் பேப்பின் என்பவர் 'பேப்பின் ஜீரணி' என்னும் கருவியைப் புத்தமைப்பாக இயற்றியவர்; அதனால் ஓரளவு புகழ் சம்பாதித்துக்கொண்டவர். நாம் 'அழுத்த - குக்கர்' என்று சொல்வதுதான் இது. இந்த எண்ணம் எப்படி உதயமாயிற்று என்பது தெளிவு. பாயிலும் பேப்பினும் வெற்றிடத்தில் (திராக்ஷைப் பழங்கள் போன்ற உணவுப் பொருள்கள் உட்பட) பல வஸ்துக்களின் நடத்தையை ஆராய்வதோடு, அழுத்தமுற்ற காற்றில் பொருள்கள் நடப்பதையும் ஆராய்ந்தார்கள். கொதிக்கும் நீரின் உஷ்ண நிலையை உயர்த்தும் சக்தி அழுத்தத்துக்கு உண்டு என்பது இவ்வகையாகத்தான் அவர்களுடைய கவனத்தை எட்டிற்று. விஞ்ஞான நூல்களில் பேப்பின் ஜீரணி அவ்வப்போது குறிக்கப்பட்டு வந்தபோதிலும், சில வருஷங்களுக்கு முன் வரை அது ஒரு பயன்படும் கருவியாக ஆகவில்லை என்பது

எக்ஸ் - ரே குழாய் – X - ray tube. ரேடியோ - radio. சைக்கிளோட்டிரான் - cyclotron. பேப்பின் ஜீரணி - Papin's digestor. அழுத்த குக்கர் - pressure cooker.

ஒரு ரசமான விஷயம். அப்படியிருந்தும், வீட்டுக்காரி கொண்டாடும் இந்த நவீனமான அடுக்களைக் கருவி, புத்தமைப்பாக அமைக்கப்பட்ட அந்தக் காலத்திலேயே சமைப்பதற்கு உபயோகப்படுத்தப்பட்டது. ஜான் எவலின் என்பவர் தம்முடைய புகழ்பெற்ற நாட் குறிப்பில், 1682 ஏப்பிரல் 15 என்னும் தலைப்பின் கீழ், பேப்பின் ஜீரணியில் சமைக்கப்பட்ட இராப் போசனத்தை அரசாங்கச் சங்க அங்கத்தினர்கள் அருந்தியதைப் பாராட்டிப் பதிவு செய்திருக்கிறார். 'இந்தத் தத்துவஞான இராப் போசனம் எங்களுக்கு மிகவும் குதூகலமாக இருந்தது. கூடியவர்கள் அனைவருக்கும் அளவற்ற மகிழ்ச்சியை அளித்தது' என்று அவர் கூறுகிறார்.

தற்செயலின் காரியம்

அறிவாற்றல் மிகுந்த கணித விற்பன்னர்கள் கோட்பாடுகளை விவரித்துக் கூறிய ஒரே காரணத்தால் மட்டுமே விஞ்ஞானம் தோன்றியதுபோலச் சிற்சில வேளைகளிலும், வெறும் குருட்டு அதிர்ஷ்டத்தால் மட்டுமே விஞ்ஞானம் உண்டானது போலச் சிற்சில வேளைகளிலும் பலரும் சொல்லக் கேட்கிறோம். இதனால், தற்செயலாகவே கவனித்துக் குறிக்கப்பட்டதாகத் தோன்றும் ஒரு நிகழ்ச்சியின் தன்மையைப்பற்றி வாசகர்களுக்குப் பல வேளைகளில் குழப்பம் ஏற்படுகிறது. புதிய உத்திகளின் வளர்ச்சியையும், பரிசோதனைகளிலிருந்து புதிய மனக்கோள்கள் பரிணமிப்பதையும் கண்டு வாசகர்கள் அதிகக் குழப்பம் அடைகிறார்கள். இவ் விஷயங்களைப் பற்றி நன்கு தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், மின்சார ஓட்டத்தைப் பற்றிக் கால்

ஜான் எவலின் - John Evelyn. அரசாங்கச் சங்கம் - Royal Society.
தற்செயல் - accident.

வானியும் வோல்ட்டாவும் செய்த வேலையின் நிகழ்ச்சி - வரலாற்றைக் கவனிக்கவேண்டும் என்று சொல்லுவேன். தற்செயலாகக் கவனித்துக் குறித்த ஒரு விஷயம், (நன்கு வகுக்கப்பட்டு) தொடர்ந்து நடத்திய சில பரிசோதனை களின் மூலமாக, ஓர் உத்திக்கோ, அல்லது ஒரு புதிய மனக்கோளுக்கோ, அல்லது அவை இரண்டுக்குமோ வழி காட்டக்கூடும் என்பதற்கு இந்த நிகழ்ச்சி - வரலாறு ஓர் உதாரணமாகும். ஒரு புதிய தோற்றத்தை நுணுகி ஆராய் வதற்காகச் செய்யப்படும் பரிசோதனைகள் அதன் தன்மை யைப் பற்றி யாதொரு காரியக் கற்பிதக்கொள்கையும் கொள்ளப்படாமலே நன்கு வகுக்கப்படலாம் என்பதையும், ஆனால் விரைவில் அதைப் பற்றிய ஒரு விளக்கம் தோன்று வது நிச்சயம் என்பதையும் காட்டுகிறது. அதன் பின்னர் ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டம் பரிணமித்துவிடும். இது பெரிதாக அமைந்து, பலவற்றுக்கும் பயன்படக் கூடியபடி விரிந்ததாகவோ, அல்லது அந்தத் தோற்றத்தை மட்டும் பொறுத்துக் குறுகிய அளவுள்ளதாகவோ இருக்கலாம். இவ்விரண்டு வகைகளில் எதிலாகிலும் இந்தப் புதிய மனக் கோளையோ அல்லது மனக்கோள்களின் தொகுதியையோ சோதித்தால், அப்போது புதிய விஷயங்கள் கண்டுபிடிக்கப் படலாம். கடைசியாக அந்த மனக்கோட் திட்டம் நிலை நிறுத்தவோ, மாற்றவோ, கைவிடவோ படலாம்.

கால்வானி கண்டுபிடித்த புதுமைகள்

1786க்குச் சில காலத்துக்கு முன், இத்தாலிய நாட்டின ரான, லூஜி கால்வானி என்பவர் பொலோனுவில் பேராசிரி யராகவும் வைத்தியராகவும் இருந்தார். அங்கு அவர் செய்த

கால்வானி - Galvani. வோல்ட்டா – Volta. கண்டுபிடித்த புதுமை - discovery. பொலோனு - Bologna. பொறி - spark. நிலைமின்சார இயந்திரம் - electro-static machine. சத்திரக்கத்தி - scalpel.

சிற்சில கவனக்குறிப்புகளோடு இந்தக் கதை தொடங்குகிறது. மின்சாரப் பொறி தெறித்துக்கொண்டிருக்கும் ஒரு நிலை-மின்சார இயந்திரத்தின் அருகில் கிடந்த ஒரு தவளையின் தொடை-நரம்புகளை ஓர் உலோகச் சத்திரக் கத்தியால் தொட்டபோது, அத்தவளையின் கால் துடித்தது என்பதை இந்த ஆராய்ச்சியாளர் கவனித்தார் தாம் கவனித்ததை அவ்வழியே தொடர்ந்து ஆராய்ந்தார். இதுவே இந்த நிகழ்ச்சியின் சரித்திரத்திலுள்ள முக்கிய அம்சம். தற்செயலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்களை அவ்வழியில் தொடர்வதாலோ, தொடராதிருப்பதாலோ ஏற்படக்கூடிய விளைவுகள் மிகமிக அதிகம் என்பதை விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் பலதடவைகளிலும் காணலாம். எதிரியின் பிழையையோ, அல்லது அதிருஷ்டவசமாக ஏற்பட்ட ஒரு சந்தர்ப்பத்தையோ தளகர்த்தன் பயன்படுத்திக்கொள்ளும் உபமிதி இதற்கு நன்கு பொருந்தும். 'ஆயத்தமாக இருக்கும் மனத்துக்கே அதிருஷ்டம் சலுகை காட்டுகிறது' என்று பாஸ்டியர் ஒரு முறை எழுதினார். நாம் எடுத்துக்கொண்ட விஷயம் இதற்கு ஒரு மிகச் சிறந்த உதாரணம். கிட்டத்தட்டக் கால்வானி செய்ததுபோல் ஒரு தவளையின் தசையை வெளியே தெரியச் செய்து, ஒரு கையால் ஒரு தசை-நாணைப் பிடித்துக்கொண்டு மற்றொரு கையில் ஏந்திய சத்திரக் கத்தியால் அந்தத் தவளையின் நரம்பைத் தொட்டால், ஒரு துடிப்பு ஏற்படும் என்பதை உலாந்து நாட்டு இயற்கை விஞ்ஞானியாகிய ஸ்வாம்மர்டாம் முன்பே கண்டுபிடித்திருந்தார். ஆனால், தாம் கண்டுபிடித்

தொடையின் உட்புற நரம்புகள் - inner crural nerves. ஆயத்தமாக இருக்கும் மனத்துக்கே அதிர்ஷ்டம் சலுகை காட்டுகிறது - Chance favours only the prepared mind, பாஸ்டியர் - Pasteur. தசை-நாண் - tendon. உலாந்து நாடு - Holland. இயற்கை விஞ்ஞானி - naturalist. ஸ்வாம்மர்டாம் - Swammerdam.

ததை ஸ்வாம்மர்டாம் தொடரவில்லை. கால்வானி தொடர்ந்தார். அவர் கூறுவதைக் கேளுங்கள்: 'நான் ஒரு தவளையின் உடலைக் கிழித் தயாராக்கியிருந்தேன்....அப்பொழுது வேறொரு காரியத்தை நான் கவனித்துக்கொண்டிருந்தபடியால், சற்று தூரத்துக்கப்பால் ஒரு மின்சார இயந்திரம் வைத்திருந்த ஒரு மேசையின்மீது அந்தத் தவளையை வைத்தேன். அந்தச் சமயம் அங்குள்ள ஒருவர் தற்செயலாய் அந்தத் தவளையின் தொடையின் உட்புற நரம்புகளைச் சத்திரக் கத்தியின் முனையால் இலேசாகத் தொட்டார். உடனே அதன் கால்களிலுள்ள எல்லாத் தசைகளும் மீண்டும் மீண்டும் வெடுக்கென்று சுருங்கியதுபோல் தோன்றின. மின்சாரத்துறை ஆராய்ச்சிகளில் எங்களுக்கு அப்பொழுது துணை செய்துகொண்டிருந்த மற்றொருவர் அந்த இயந்திரத்தின் கடத்தியிலிருந்து மின்சாரப் பொறி தெறித்தபோது அந்தச் செயல் தூண்டப்பட்டது என்று தாம் கவனித்ததாக அபிப்பிராயப்பட்டார். இந்தப் புதிய நிகழ்ச்சியைக் கண்டதும் அவர் ஆச்சரியமுற்று, வேறு ஏதோ ஒன்றைப் பற்றிச் சிந்தித்து ஆலோசனையில் ஆழ்ந்திருந்த என்னை அழைத்து, அதைத் தெரிவித்தார். அதைக் கண்டதும் அதைச் சோதிக்கவேண்டும், அதனுள்ளே மறைந்துள்ள இரகசியத்தை வெளிப்படுத்த வேண்டும் என்னும் ஓர் ஆத்திரமும் உற்சாகமும் நம்ப முடியாத அளவில் என் மனத்தைப் பற்றிக்கொண்டன.'*

அந்தப் புதிய நிகழ்ச்சியில் மறைந்துகிடந்தவற்றையெல்லாம் கால்வானியால் வெளிக்கொணர முடியவில்லை.

* டபிள்யூ. எப். மாகி எழுதிய பௌதிக ஆதார நூல், மக்கிரா ஹில் புத்தகக் கம்பெனி, ஸ்தாபிதம் 1935 என் பதிலிருந்து அனுமதியுடன் எடுக்கப்பட்டது.

கடத்தி-conductor. டபிள்யூ. எப். மாகி-F. W. Magie. பௌதிக ஆதார நூல் - *A Source Book in Physics.*

ஆனால், இன்னும் சில நாட்களில் அவ்விஷயங்களை நிச்சய மாகக் கண்டுபிடித்து விடலாம் என்னும் அளவுக்கு அவர் காரியங்களை நடத்தி வைத்துவிட்டார். அதில் காணப் பட்ட மாறிகளை எல்லாம் நன்கு வகுத்த பல பரிசோதனை களின் மூலமாக உள்ளூறத் தேடினர். ஆயினும், அது முழுவதையும் பற்றித் தெளிவான ஒரு கற்பிதக் கொள்கை அவருக்கு ஏற்படவில்லை. திறமை வாய்ந்த ஒரு பரிசோதகரின் கண்ணெதிரே அவர் சிறிதும் எதிர் பாராத ஒரு புதிய நிகழ்ச்சி தோன்றுமானால், இப்படிப் பட்ட ஒரு நிலைதான் ஏற்படும். அப்போது பல காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள் அவருடைய மனத்தில் உதிக்கும், சோதிக்கப்படும். அவைகள் கைவிடப்படலாம், அல்லது வளர்ந்துவரும் மனக்கோட் திட்டத்தில் சேர்த்து ஒன்றாக் கப்படலாம். உதாரணமாக, தசையின் துடிப்பை உண்டாக்க மின்சார இயந்திரத்திலிருந்து மின்சாரப் பொறிகளைத் தெறிக்கச் செய்யவேண்டுமா, வேண்டாமா என்பதைக் கால்வானி முதலில் தீர்மானித்தார். ‘மின் சாரப் பொறி தெறித்த கணத்தில்தான்...வெடுக்கென்ற துடிப்புக்கள் தவறாமல் நிகழ்ந்தன....’ என்று கண்டார்.

அந்தத் தவளையின் காலிலுள்ள நரம்புகளும் தசை களும் ஓரிடத்தில் மின்-ஏற்றம் இருப்பதைக் காட்டக் கூடிய உணர்கருவியாக ஆகிவிட்டன. நிலை-மின்சார இயந் திரத்திலிருந்து பொறி தெறித்துக்கொண்டிருந்தால் மட்டும் போதாது; சத்திரக்கத்தியின் உலோக முனையும் பரிசோதக ரின் கையை தொட்டுக்கொண்டிருக்கவேண்டும் என்பதை யும் கால்வானி கண்டார். இந்தப்படியாக, பொறி என்னும் அந்த மின்சாரக் குழப்பத்திலிருந்து உண்டாகிய சிறிய மின்சார ஏற்றம் அதைக் கடத்தும் மனித உடலின் வழியாகச் சென்று, சத்திரக்கத்தியின் மூலமாக நரம்பை

அடைந்தது. அந்த வைத்தியர் இப்படி இதுவரை கூறியது பிழையற்றது; பயன்தரவும் வல்லது. காகதாளீயமாக நிகழும் சிற்சில விஷயங்கள் ஆராய்ச்சியாளரை எத்தனையோ தடவைகளில் தொடக்கத்தில் பிரமிக்கச் செய்வதுண்டு. இறுதியில் அவை மிகப் பெரிய முன்னேற்றங்களுக்குக் காரணமாக இருப்பதும் உண்டு. அத்தகைய நிகழ்ச்சி ஒன்று இப்போதும் நடந்தது. சிற்சில நிலைகளில் தவளையின் கால் நல்ல மின்சார உணர்கருவியாக இருப்பதும் அன்றி, மின் சாரத்தை இயற்றும் கருவியாகவும் இருக்கக்கூடும். அப்படி நிகழ்ந்தபோது, தானுகப் பிறந்த மின்சாரம் (அதை அப்படியும் சொல்லலாம் அல்லவா?) அந்த உணர் கருவியைத் தூண்டிற்று. இப்படிப்பட்ட இரண்டு காரியங்கள் ஒன்றேடொன்று சேர்ந்துவிடுமானுல், அவை அதிகப் பிரமையையும் எத்தனையோ தவருன எண்ணங்களையும் உண்டாக்கக்கூடும் என்பது தெளிவு. இதற்கு இன்னும் ஒரு விசேஷமான காரணமும் இருந்தது. தவளையின் காலிலிருந்து மின்சாரம் உண்டாவதற்கு உதவிய சூழ் நிலைகளுக்கும் அக்காலத்தில் அறியப்பட்டிருந்த மின்சார விஷயங்களுக்கும் சிறிதுகூடச் சம்பந்தமே இல்லை. இதில் மாறியாக உள்ளது பயன்படுத்திய உலோகத்தின் (உலோகங்களின் என்றே சொல்லவேண்டும்) தன்மை தான். காலையும் நரம்பையும் **வெவ்வேருன** இரண்டு உலோகங்களால் இணைத்தால், அப்போது நிலை மின்சார இயந்திரம் வேண்டியதில்லை என்று கால்வானி கண்டு பிடித்து, முறையாகப் பதிவு செய்தார். அப்படிப்பட்ட ஒரு சூழ்நிலையிலும் அந்தத் துடிப்பு நிகழ்ந்தது. (பரி சோதனையை வழக்கமாக நிகழ்த்திய முறை இவ்வாறு: தவளையின் தண்டு வடத்தின் ஊடே செருகிய கொக்கி

தண்டுவடம் - spinal cord.

யையும் 'காலின் அல்லது பாதங்களின் தசைகளையும்' ஒரே சமயத்தில் ஒரு வளைந்த கம்பி தொடும்படி வைக்கப் பட்டது). 'ஆகவே, அந்தக் கம்பி முழுவதும் இரும் பாகவோ, அல்லது அந்தக் கொக்கி இரும்பாகவோ இருந்தால்...அந்தத் துடிப்புக்கள் நிகழவில்லை; அல்லது மிகச் சிறிதாயிருந்தன. ஆனால் அவற்றுள் ஒன்று இரும்பும் மற்றொன்று பித்தளையுமாக இருந்தால் —வெள்ளி யாக இருந்தால் அதைவிட இன்னும் சிறந்தது—(மற்ற எல்லா உலோகங்களையும்விடப் பிராணி மின்சாரத்தைக் கடத்துவதற்கு வெள்ளியே சிறந்ததாகத் தோன்றுகிறது) துடிப்புக்கள் அடிக்கடியும், மிகப் பெரிதாகவும், மிக நெடு நேரமும் நிகழ்ந்தன' என்று கால்வானி எழுதினார்.

தாம் செய்தது இன்னதென்று தெரியாமலே மின்சார பாட்டரியின் தத்துவத்தைக் கால்வானி கண்டுபிடித்து விட்டார். ஈரமான பிராணித் திசுவும் அவற்றால் பிரிக்கப் பட்ட உலோகங்கள் இரண்டுமாகச் சேர்ந்தது ஒரு பாட்டரி; தவளையின் கால் அதன் உணர் கருவி. கால் வானி செய்ததை ஒத்த பரிசோதனையை ஒவ்வொரு வாச கரும் தாமே செய்யலாம். ஒரு தாமிர நாணயத்தையும் ஒரு வெள்ளி நாணயத்தையும் நாவுக்கு மேலொன்றும் கீழொன்றுமாக வைத்து, இரண்டையும் ஒன்றையொன்று தொடச் செய்தால், நாவில் ஒரு மாதிரியான 'சுவை' தோன்றுகிறது. மிகச் சிறிய மின்சார ஓட்டம் ஒன்று ஓடுகிறது. மின்சாரமும் நரம்புகளும் ஒன்றோடொன்று செயல் புரிகின்றன. கால்வானியின் 'தயாராக வைத்த' தவளைகள் செய்ததைப் போலவே நம்முடைய நாவும் அந்த நிகழ்ச்சியைப் பதிவு செய்கிறது. ஆனால், இது இப்படி

பாட்டரி - battery. பிராணித் திசு - animal tissue. உணர் கருவி - detector. தாமிர - copper.

இருக்கக்கூடும் என்ற சந்தேகமே கால்வானிக்கு ஏற்பட வில்லை. ஆதலால், அக்காலத்தில் நிலை-மின்சார இயந்திரங் களால் செய்த பரிசோதனைகளிலிருந்து மட்டுமே மின் சாரத்தைப் பற்றித் தெரிந்திருந்த விஷயங்களை வைத்துக் கொண்டு, அந்த நிகழ்ச்சிகளை விளக்குவதற்கு ஒரு பெருங் கற்பிதக் கொள்கையைக் கால்வானி அமைத்தார். வெளிப் புறத்தில் மின்சாரக் குழப்பம் ஒன்று இருப்பது அவசிய மில்லை என்பது (சரியான உலோக இணைப்பைத் தற் செயலாக அவர் உபயோகித்ததால்) அவருக்குத் தெரிந்து விட்டது. 'நமக்குக் கிடைத்த முடிவுகளிலிருந்து அந்தப் பிராணியிடத்திலேயே மின்சாரம் இருந்திருக்க வேண்டும் என்று நாம் எண்ணவேண்டியிருக்கிறது' என்று அவர் சொல்லுகிறார். தற்செயலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு விஷயத்தை, நியமப்படுத்திய பரிசோதனையின் மூலமாக, கால்வானி தொடர்ந்து ஆராய்ந்ததால், சில முக்கியமான விஷயங்கள் கவனிக்கப்பட்டன. ஆனால், மற்றோர் இத் தாலியர்தான் பயன் விளைவிக்கக்கூடிய மனக்கோளை வளர்க்க நேர்ந்தது. 1790க்குப் பிந்திய ஆண்டுகளின் கடைசியில், வெவ்வேறான இரண்டு உலோகங்களின் இணைப்பினால் மின்சாரத்தை இயற்றும் ஆராய்ச்சியை வோல்ட்டா என்பவர் தொடர்ந்து நடத்தினார். இப்போது நாம் கால் வானி மின்சாரம் என்று வழங்குவதை உண்டாக்குவதற்கு மின்சார பாட்டரியைப் புத்தமைப்பாக இயற்றியது அவர் தான்.

வோல்ட்டா இயற்றிய மின்சார பாட்டரியின் புத் தமைப்பு: பாடுவா நகரினரான அலெஸ்ஸான்டிரோ வோல்ட்டா சிறிய மின்சார ஏற்றங்களை உணரக்கூடிய

கால்வானி மின்சாரம் - Galvanic electricity. பாடுவா - Padua
அலெஸ்ஸாண்டிரோ வோல்ட்டா - Alessandro Volta.

புதிய கருவி ஒன்றை முன்பே புத்தமைப்பாக இயற்றியிருந்தார். பிராணி மின்சாரத்தைப் பற்றிக் கால்வானி கூறியதை அவர் முதலில் ஒப்புக்கொண்டு, அதை மேலும் ஆராயத் தொடங்கினார். கால்வானியின் ஆதிப் பரிசோதனைகளில் சம்பந்தப்பட்ட மாறிகளின் பற்பல சேர்க்கைகளை உணர்ச்சிமிக்க மின்தங்கு-மின்மானி என்னும் தம்முடைய புதிய கருவியால் வோல்ட்டா துருவி ஆராய்ந்தார். ஏதாவதொரு ஈரப் பொருள் இருக்குமானால் அப்பொழுது தவளை வேண்டியதில்லை என்று அவர் கண்டார். தற்செயலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கவனக்குறிப்புக்கு இதையும் ஓர் உதாரணமாகக் கருதலாம். அப்படிக் கருதினாலும் கூட, கால்வானி கண்டுபிடித்த முறை வேறு, இந்த முறை வேறு. புதிய உத்திகளையும் கருவிகளையும் கொண்டு துருவி ஆராய்வதைச் சுமாராக ஓர் ஒழுங்கான முறையில் நடத்தினால், எதிர்பாரா விளைவுகள் பற்பல தடவைகளில் கிடைப்பதுண்டு என்று நாம் முன்னால் குறித்தோம். இப்படிப் பார்த்தால், விஞ்ஞானப் புது விஷயங்கள் பெரும் பான்மையும் தற்செயலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவை என்று கூறிவிடலாம். ஆயினும், இம்மாதிரியான ஓர் அனுபவத்துக்கும் கால்வானியின் வேலையின்போது தோன்றிய விளைவுக்கும் உள்ள வித்தியாசம் நன்கு தெரிகிறது. கால்வானி வைத்தியராயும் உடற்கூற்று நிபுணராயும் இருந்த காரணத்தால், தசைகளையும் அவற்றின் செயல்களையும் கவனிப்பதில் அவருக்குக் கருத்து இருந்தது, மின்சாரத்தில் இல்லை. அவருடைய முதல் கவனக் குறிப்புக்களோடு ஒரு மின்சார இயந்திரம் சம்பந்தப்பட்டிருந்தது ஒரு தற்செயலான நிகழ்ச்சி. ஆனால், அந்த

பிராணி மின்சாரம் - animal electrity. மின்தங்கு - மின்மானி - condensing electrometer.

அதிருஷ்டவசமான தற்செயல் நிகழ்ச்சியைக் கால்வானி தொடர்ந்து ஆராய்ந்ததற்காக நாம் அவரை இன்னும் அதிகமாகப் பாராட்டவேண்டும். ஏனென்றால் அவர் முக்கியமாக அக்கறை கொண்டிருந்த விஷயங்களுக்கும் அவர் கவனித்துக் குறித்த விஷயத்துக்கும் வெகு தூரம்.

வோல்ட்டா புதிதாகக் கண்டுபிடித்ததை மின்சார பாட்டரியின் புத்தமைப்பு என்றே சொல்லவேண்டும். ஏனென்றால், உப்பையோ சாம்பலையோ கரைத்த நீர் வெவ்வேறான இரண்டு உலோகங்களுக்கு இடையிருந்து அவற்றைப் பிரிக்கும்போது மின்சாரம் இயற்றப்படும் என்று முதன் முதலில் காட்டியவர் அவர்தான். இவ்வாறு செய்வதற்கு நனைத்த காகிதம் மிகவும் சௌகரியமான பொருள். 1800ல் லண்டன் அரசாங்கச் சங்கத்தின் தலைவருக்கு அனுப்பிய கடிதத்தில் வோல்ட்டா எழுதியதாவது: '30, 40, 60 அல்லது அவற்றுக்கு அதிகமான தாமிரத் துண்டுகளும் (வெள்ளித் துண்டுகள் இன்னும் சிறந்தவை), அவற்றுள் ஒவ்வொன்றோடும் தொட்டுக் கொண்டிருக்கும்படி ஒரு தகரத் துண்டு அல்லது துத்தநாகத் துண்டும் (இதுவே சிறந்தது); அவை அவைகளில் எத்தனை அடுக்கு இருக்கின்றனவோ அத்தனை அடுக்கு நீரும், அல்லது தூய நீரைவிடச் சிறந்த கடத்தியாகிய உப்பு-நீர் கார-நீர் முதலியவையும், அல்லது இந்தத் திரவங்களில் நன்கு ஊற வைத்த காகித அட்டை அல்லது தோலும் (படம் 16)—ஆகிய மூன்று வகைக் கடத்திகளையும், எப்பொழுதும் ஒரே ஒழுங்கில், ஒன்று விட்டு ஒன்று அடுக்கிய அடுக்கே என்னுடைய புதிய கருவி ஆகும். அதன் செயல்...லேடன் ஜாடிகளின் செயலைப் போலவே இருக்கிறது.... மின்சாரத்தை இயற்றுவதற்கு

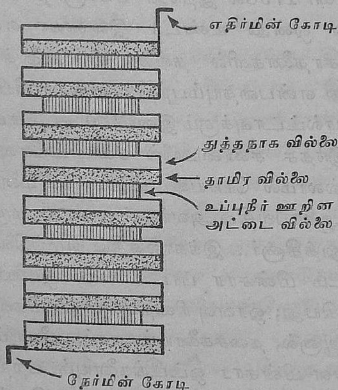
தகரம் - tin. துத்தநாகம்-zinc.

1800ல் ஏற்கெனவே தெரிந்திருந்த நிலை-மின்சார ஜனனி வேறு. இந்தப் புதிய பாட்டரி வேறு. ஒரே அளவாக உள்ள ஓட்டத்தை முதல் முதலாக இயற்றியது இதுவே. உராய்வு இயந்திரத்திலிருந்து உண்டாகும் பொறிகளை மின்-ஓட்டத்தின் மிக்க குறுகிய துடிப்புக்கள் என்று நாம் சொல்லாம்.

(கால்வானி 1798ல் இறந்து போனார்). பிராணி-மின் சாரம் என்று ஒன்று உண்டா இல்லையா என்பதையும் ஆதிப் பரிசோதனைகளில் தவளையின் காலைத் துடிக்கச் செய்தது எது என்பதையும்பற்றிக் கால்வானியின் சிஷ்யர் களுக்கும் வோல்ட்டாவுக்கும் இடையே சுடச்சுட விவாதம் நடந்தது. இந்தச் சண்டையில் வோல்ட்டாவுக்கு விரை வில் கருத்தில்லாமல் போய்விட்டது. தம்முடைய புதிய பாட்டரியை ஆராய்வதில் அவர் தம்முடைய முழுக் கவனத் தையும் செலுத்தினார்....இக்காலத்தில் வழங்கிவரும் மனக் கோட் திட்டம் மின்சார பாட்டரிகளை ஒட்டிய விஷயங் களும் அடங்கியது; ஓரளவு நிறைவுள்ளது; மிகவும் திருப்தி கரமானது. ஆனால், தசைகளையும் நரம்புகளையும் பிராணித் திசுக்களிலுள்ள மின்சார ஓட்டங்களையும் பற்றிய கவனக் குறிப்புக்களின் மூலமாக இவ்வகையான திருப்திகரமான நிலை ஏற்படவில்லை. இந்தத் துறையில் ஒரு காரியக் கற் பிதக் கொள்கைக்குப் பதிலாக மற்றொன்றாக மேன்மேலும் கற்பனைகள் அமைக்கப்படுகின்றன; புதிய பரிசோதனைகள் பழைய கவனக் குறிப்புக்களின் மீது மேன்மேலும் புத் தொளி வீசி வருகின்றன. ஒருவகையாகப் பார்த்தால், கால்வானி முதன் முதலாக நடத்திய பரிசோதனையை நாம் விட்டு நீங்கியபாடில்லை. வோல்ட்டா கண்டுபிடித்த

காரநீர் - lye. லேடன் ஜாடி - Leyden jar. நிலைமின்சார ஜனனி - electrostatic generator. ஒரே அளவினதான - steady. உராய்வு இயந் திரம் - frictional machine. அடுக்கு - pile.

விஷயமோ தீர்ந்து போய்விட்டது. ஆதி விவகாரம் பிராணி மின்சாரம் என்று ஒன்று இருக்கிறதா என்னும் வினவை ஒட்டியதாக இருந்தது. அது இப்போது பெரும்பான்மையும் பொருளற்ற வினவாக ஆகிவிட்டது. ஆனால் அதற்கு விடை காண முயன்றபோதுதான் வோல்ட்டா மின்சார பாட்டரியைக் கண்டுபிடித்தார். விஞ்ஞானச் சரித்திரப்



படம் 16. வோல்ட்டாவின் பாட்டரி அல்லது அடுக்கின் ஒரு வகையின் வரிப்படம்

போக்கில் பலகாலும் இப்படி நேரிடுவதுண்டு. எடுத்துக் கொண்ட முயற்சியானது விவகாரத்துக்கு இடமான ஆதிப் பிரச்சினையைத் தீர்க்காமல், பல தடவைகளில் மற்றொன்றைத் தீர்ப்பதாகவே முடிகிறது.

எக்ஸ்-ரே கிரணங்களைக் கண்டுபிடித்தது: ஒரு கவனக் குறிப்பைத் தொடர நன்றாகத் திட்டமிட்ட பரிசோ

எதிர்மின் கோடி negative terminal. வில்லை - disc. நேர்மின் கோடி - positive terminal.

தனைகளைப் பயன்படுத்துவது எப்படி என்று பத்தொன்ப தாம் நூற்றாண்டு நிகழ்ச்சி ஒன்று காட்டுகிறது. நான் குறிப் பிடுவது எக்ஸ்-ரே கிரணங்களைக் கண்டுபிடித்த நிகழ்ச்சி யைத்தான். இந்தக் கதை எல்லா விஞ்ஞானிகளுக்கும் தெரியும். ஆனால் தாம் புதிதாகக் கண்டுபிடித்ததை ரெண்ட் கென் வெளியிடுவதற்கு முன்னமேயே, படம் பிடிக்கும் தட்டுகளை மின்சார - மின்னிறக்கக் குழாயின் அருகில் வைத்தால், அவை மங்கல் அடையும் என்பதை வேறு சில ஆராய்ச்சியாளர்களும் கவனித்திருந்தார்கள் என்னும் விஷ யம் அநேகமாகப் பலருக்குத் தெரிந்திராது. ரெண்ட்கென் தாம் கவனித்ததைத் தொடர்ந்து ஆராய்ந்தார்; மற்றவர்கள் அவ்வாறு செய்யவில்லை. ஆனால், ரெண்ட்கென் உழைக் கத் தொடங்கியதற்கு ஏதுவாயிருந்த துப்பு வெறும் அதிருஷ்டவசமாகவோ தற்செயலாகவோ கிடைத்தது என்று நினைப்பதற்கில்லை. ஏனெனில், ஒரு மின்சார-மின்னி றக்கக் குழாயின் மெல்லிய ஜன்னலின் ஊடாகச் செல்லக் கூடிய மின்-அணு ஓடையை (அவைகளை அக்காலத்தில் காதோடு-கிரணங்கள் என்றுதான் சொல்லி வந்தார்கள்) ரெண்ட்கென் ஆராய்ந்து வந்தார். அந்தக் கிரணங்கள் சிற்சில பொருள்களை ஒளிரச் செய்தன என்பது அவ ருக்குத் தெரியும். அத்தகைய பொருளால் பூசப்பட்ட திரை ஒன்று அவரிடம் இருந்தது. குழாயிலிருந்து சிறு தூரத்துக்கு அப்பால் உள்ளபோதும்கூட அது ஒளி வீசி யதை அவர் கவனித்தார். அந்தக் கவனக் குறிப்பைத் தொடர்ந்து ஆராய்ந்து, கண்ணாடியின் ஊடாக மட்டுமன்றி, ஒளிபுகாப் பொருள்களின் ஊடாகவும் செல்லவல்ல ஏதோ ஒரு விதமான கதிர்வீச்சே இந்த விளைவுக்குக் காரணம்

ரெண்ட்கென் - Roentgen. மின்சார-மின்னிறக்கக் குழாய் - electric discharge tube.

என்று ரெண்ட்கென் விரைவில் நிரூபித்தார். அதற்குப் பின்பு அவ்வகைக் கிரணங்களை இயற்றுவதற்கான சிறந்த வழிகளை அவரால் அமைக்க முடிந்தது. இப்படியாக அவர் ஒரு புரட்சிகரமான உத்தியைத் தொடங்கி வைத்தார்.

அரிய வாயுக்களைக் கண்டுபிடித்தது : ஆராய்ச்சியாளர் 'எதிர்பாரா மூலையைச் சுற்றிக் காண்பதற்கு' வாயு மண்டலத்திலுள்ள அரிய வாயுக்களைக் கண்டுபிடித்தது ஒரு மிகச் சிறந்த உதாரணம் ஆகும். தர்க்க முறையில் விஞ்ஞானத்தை எடுத்துக் கூறுவதாயிருந்தால், அளவியல் பரிசோதனைகளை முழுதும் பரிசிலனை செய்தான பின்பும், இரசாயனத் தோற்றங்களைச் சிறிது கவனித்த பின்புமே இந்த வரலாற்றைப் பற்றிக் கவனிப்பதாயிருக்கும். ஆனால் நாம் இதுவரை கவனித்துவந்த ஆராய்ச்சிமுறைக்கு இது ஓர் உதாரணமாயிருப்பதால், இதை மிகமிக எளிதாக்கி, இந்த அத்தியாயத்தின் கடைசிப் பகுதியாகக் கூறலாம் என்று நினைக்கிறேன்.

நாம் ஒரு பௌதிக விஞ்ஞானிக்கு ஏற்பட்ட சிரமங்களைக் கவனிக்கத் தொடங்குகிறோம்; ஒரு புதிய இரசாயன விஷயத்தைக் கண்டுபிடிப்பதாக அது வந்து முடிகிறது. வாயு வடிவமான மூலகங்களின் ஒப்பு-அடர்த்திகளைத் திருத்தமாகக் கண்டுபிடிக்க ரேலி பிரபு என்னும் பௌதிக விஞ்ஞானி சுமார் பன்னிரண்டு வருஷ காலம் தீவிரமான பரிசோதனைகளில் ஈடுபட்டார். இது சொல்வதற்கு எளிது, செய்வதற்கு மிகக் கஷ்டம். பதினாயிரத்தில் ஒரு பங்குக்கும் கீழ்வரை திருத்தமான முடிவுகளை ரேலி பெற விரும்பினார். இதன் பொருட்டுப் பரிசோதனை செய்யும்போது, இரசாயன விஷயங்களிலும் பௌதிக விஷயங்களிலும் மிக

மின் - அணு ஓடை - stream of electrons. காதோடு - கிரணங்கள் - cathode rays. ஒளிர்தல் fluorescence ஒளிபுகா - opaque. கதிர் வீச்சு - radiation.

நுட்பமான எச்சரிக்கை முறைகளைக் கையாள வேண்டி யிருந்தது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில், இந்தப் பௌதிக விஞ்ஞானிக்கு வாயு வடிவமான மூலகங் களின் சமமான கன-அளவுகளின் ஒப்பு-எடைகளை அளப் பது முக்கியம் என்று ஏன் தோன்றிற்று என்பது வேறு கதை. ரேலி அரும்பாடு பட்டுச் செய்த செயல்களுக்குக் காரணமாயிருந்த நிகழ்ச்சிகளை ஊன்றிக் கவனித்தால், நம் காரியத்துக்கு அது மட்டுமே போதுமானது. இயற்கை என்னும் வாரப் பத்திரிகையில் 1892ல் வெளிவந்த ஒரு குறிப்பில் 'நைட்டிரஜனின் அடர்த்தியைப்பற்றிச் சமீபத்தில் கிடைத்த சில முடிவுகள் என் மனத்தைக் குழப்பிவிட்டன' என்றும், 'உங்கள் இரசாயன வாசகர்களில் யாராவது அவற்றுக்குக் காரணம் கூறினால், நான் அவருக்கு நன்றி செலுத்தக் கடமைப்பட்டவன் ஆவேன்' என்றும் எழுதினார்.

நைட்டிரஜன், ஆக்ஸிஜன், ஆர்கன் என்னும் மூலகங் களும் வேறு சில பொருள்களின் லவலேச அளவுகளும் கலந்த கலவையே காற்று என்பது இப்போது அறியப்பட் டிருக்கும் விஷயம். காற்று என்பது நைட்டிரஜன், ஆக் ஸிஜன் ஆகியவற்றால் மட்டுமே அமைந்தது என்றுதான் 1890ல் நம்பியிருந்தார்கள். ஆகையால், காற்றிலிருந்து ஆக்ஸிஜனை நீக்கிவிட்டால், நைட்டிரஜனைத் தயார் செய்யக் கூடும் என்று ரேலி நம்பினார். இதனால் ஒரு புதிய பிதிர் ஏற்பட்டது: ஒரு குறிப்பிட்ட முறையின் மூலம் கிடைத்த நைட்டிரஜன் மற்ற வகைகளின்படி ஆக்ஸிஜனை நீக்கித் தயார் செய்த நைட்டிரஜனைக் காட்டிலும் கன-அளவுக்குக் கன-அளவு சற்றே அதிகக் கனமுள்ளதாகத் தோன்றிற்று.

மூலகம் - element. ஒப்பு - அடர்த்தி - specific gravity. ரேலி பிரபு - Lord Rayleigh. இயற்கை - *Nature*. அடர்த்தி - density. நைட்டிரஜன் - Nitrogen. ஆக்ஸிஜன் - Oxygen. ஆர்கன் - Argon.

இந்த வித்தியாசம் அதிகம் இல்லை ; ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு தான். ஆனால், எப்போதும் இது ஒரே மாதிரியாகவே வித்தியாசப்பட்டு வந்தது. ஒரே முறைப்படி தயார் செய்த பற்பல நைட்டிரஜன் மாதிரிகளின் அடர்த்தி சுமார் பதினாயிரத்தில் ஒரு பங்குக்கு மேல் வேறுபடாத வகையில் தம்முடைய பௌதிகச் செயல்முறைகளை ரேலி திருத்தம் செய்திருந்தார். இந்த விஷயத்தை வேறு வகையாகவும் கூறலாம். நைட்டிரஜன் வகைகளில் காணப்பட்ட எடை நிறுப்பதால் ஏற்படும் எடை வித்தியாசத்தை விடப் பத்து மடங்கு அதிகமாக இருந்தது. இந்த வித்தியாசத்துக்குக் காரணம் என்ன என்பதே வினா.

இந்த வினா மனத்தைக் குழப்பிய போதிலும், இதைப் பொருட்படுத்த வேண்டாம் என்று ஒதுக்கித் தள்ளியிருக்கலாம். ஆனால், அப்படிச் செய்வதில் ரேலிக்குச் சம்மதம் இல்லை. இந்தக் கவனக்குறிப்பை அவர் தொடர்ந்து ஆராய்ந்தார். இரண்டு வருஷங்களுக்குப் பிறகு அரசாங்க சங்கத்தின் நடவடிக்கைகளில் வெளிவந்த கட்டுரையில் 'இந்தப் பிதிர் இன்னும் தீரவில்லை; அது மட்டுமன்று, விஷயம் இன்னும் மோசமாகிவிட்டது' என்று எழுதினார். (எனக்குத் தெரிந்தவராயும் அனுபவம் முதிர்ந்தவராயும் உள்ள ஒரு பரிசோதகர் ஏதாவதொரு பிரச்சினையை ஆராய்ந்து கொண்டிருக்கும்போது, 'இவ் விஷயங்கள் செம்மைப்பட வேண்டுமானால், அவை இப்போது இருப்பதைக் காட்டிலும் இன்னும் அதிக மோசமாக வேண்டும்' என்று திடீரென்று சொல்லுவார். அவர் சொல்லுவதும் பொதுவாகச் சரியாகத்தான் இருக்கும்.) அம்மோனியா போன்ற நைட்டிரஜன் கூட்டுப்பொருள் ஏதாவதொன்றி

மாதிரி - sample. அரசாங்கத்தின் நடவடிக்கைகள் - *Proceedings of the Royal Society.*

லிருந்து தயார் செய்த நைட்டிரஜனைக் காட்டிலும் காற்றிலிருந்து தயார் செய்த நைட்டிரஜன் நிஜமாகவே சுமார் இருநூறில் ஒரு பங்கு அதிகக் கனமுள்ளதாக இருந்தது! முதலில் குறித்த வித்தியாசம் (ஆயிரத்தில் ஒரு பங்கு என்று) அவ்வளவு குறைவாக இருந்ததற்குக் காரணம் இப்போதுதான் தெரிந்தது. காற்றிலிருந்து ஆக்ஸிஜனை நீக்குவதற்குக் கையாண்ட முறையில் அம்மோனியாவை உபயோகிக்க வேண்டியிருந்தது. ஆகையால் சோதிக்கப்பட்ட மாதிரி-நைட்டிரஜனில் சிறிதாவது காற்றிலிருந்து வந்ததாக இல்லாமல், அம்மோனியாவிலிருந்து வந்த நைட்டிரஜனாக இருக்கவேண்டும்.

இதனால் விஞ்ஞான உலகத்தில் ஒரு மாதிரியான வெட்க நிலை ஏற்பட்டுவிட்டது. காலமோ பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் கடைசிப் பகுதி. எளிய மூலகங்களைப் பற்றியும், சாதாரணக் காற்றைப் பற்றிச் சந்தேகமின்றியும் தமக்கு எல்லாம் தெரியும் என்று அப்போது ஒவ்வொருவரும் எண்ணியிருந்த காலம். சமதானிகளைப் பற்றிய எண்ணம் ஏற்படுவதற்கு அது சுமார் இருபது வருஷம் முன்னுள்ள காலம். அப்படியிருந்தும், ஒரே மூலகத்தின் மாதிரிகளைத் தயார் செய்யும் இரண்டு முறைகளால் அடர்த்தியைக் கவனித்தால் வித்தியாசமாகக் காணப்படும் பொருள்கள் கிடைத்தன. எதிர்பாரா முனையை நிஜமாகச் சுற்றிப்போன நிலையே இது. மிகவும் இலேசாகத் தெரிந்த ஒரு துப்பிலிருந்து ரேலி தொடங்கினார். அநேகமாக ஒவ்வோர் இரசாயனியின் வாசற்படியிலும் முற்றும்

சமதானி - isotope, ஒரே மூலகத்தின் அணுக்களில் சில ஒரே அணு-எண்ணை உடையவையாயும், ஆயினும் சற்றே வித்தியாசப்படும் அணு-எடையை உடையவையாயும் காணப்படுகின்றன. அணுக்களின் உட்கருவிலுள்ள நியூட்டிரான்களின் எண் வித்தியாசப்படுவதே இதற்குக் காரணம். இயற்கையில் காணும் மூலகங்கள் அனேகமாகப் பல சமதானிகளின் கலவையாகவே இருக்கின்றன.

எதிர்பாராத நிஜப் பிரச்சினைகள் காத்துக்கிடக்கின்றன என்று நன்கு காட்டிவிட்டார். இதற்குப் பின் அந்தப் பிதிருக்கு விடை கிடைப்பதற்கு எவ்வளவு காலம் ஆகும் என்பதுதான் பாக்கி. கிடைத்த விடை எளிதானது. காற்றிலிருந்து ஆக்ஸிஜனை நீக்கித் தயார் செய்த நைட்டிரஜன் தூய நைட்டிரஜன் அன்று; கனம் மிகுந்த ஆர்கன் என்னும் காற்றுச் சற்று அதிக அளவிலும், வேறு சில அரிய வாயுக்கள் லவலேசமாகவும் அடங்கியுள்ளது. ஆக்ஸிஜனை நீக்குவதற்காக கையாளப்பட்ட செயல் முறை எதனுலும் இந்த மூலகங்கள் நீக்கப்படுவதில்லை.

நாம் மூச்சுவிடும் காற்றில் 0·5 சத வீதமாக உள்ள ஒரு வாயுவைத் தாங்கள் நூறு வருஷ காலமாகக் காணத் தவறிவிட்ட விஷயத்தை வெட்கத்தால் சிவந்த முகத்தோடு, விஞ்ஞானிகள் இருபதாம் நூற்றுண்டின் தொடக்கத்தில் ஒப்புக்கொள்ள வேண்டியிருந்தது. ஆயினும் அதைக் கண்டுபிடித்த கௌரவத்தில் ரேலியோடு ஸர் வில்லியம் ராம்ஸே என்னும் ஓர் இரசாயனிக்கும் பங்கு உண்டு என்பதால் இரசாயனிகளுக்குத் தங்கள் தொழிலை ஒட்டி ஒரு சிறிது மனவமைதி இருந்தது. இவ்விருவரும் முதலில் தனித்தனியாகவும் பிறகு ஒன்று சேர்ந்தும் உழைத்து, ஆக்ஸிஜன் நைட்டிரஜன் என்னும் இரண்டையும் நீக்கி, வாயுமண்டலத்தின் பளுப் பகுதியான பொருளை—இது பெரும்பான்மையும் ஆர்கன்—பிரித்தெடுத்தார்கள். நைட்டிரஜன் என்னும் மூலகமும் மக்னீசியம் என்னும் உலோகமுமாகச் சேர்ந்து கூட்டுப் பொருளாக அமைவதை அடிப்படையாகக் கொண்ட ஒரு முறையை ராம்ஸே உபயோகித்தார். அக்காலத்துக்குச் சில பத்தாண்டுகளுக்குமுன் இக்காரியத்தை அவர் செய்திருக்க முடியாது. ஏனென்றல்

ஸர் வில்லியம் ராம்ஸே - Sir William Ramsay. மக்னீசியம்-Magnesium.

மக்னீசியம் கிடைக்கத் தொடங்கியதே பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில்தான். ஆயினும், அதற்கு ஒரு நூற்றாண்டுக்கு முன் குறிக்கப்பட்டிருந்த கவனக்குறிப்பு ஒன்றை ரேலி மீண்டும் கவனிக்கத் தொடங்கினார். ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன் என்னும் அந்த இரண்டு வாயுக்களின் கலவையின் (இங்கு நவீனச் சொற்களையே வழங்கியிருக்கிறேன்) ஊடாக ஒரு மின்சாரப் பொறியைச் செலுத்தி, அவற்றை இணையச் செய்துவிட்டதாக 1780ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் ஹென்ரி காவெண்டிஷ் அறிவித்திருந்தார். இப்படி அமைக்கப்பட்ட கூட்டுப்பொருள் நீரில் கரையக்கூடியது. ஆகையால், வாயு மண்டல நைட்டிரஜனின் மாதிரியின் (இங்கும் நவீனச் சொல்-வழக்கையே கையாண்டிருக்கிறேன்) ஒருபடித்தான தன்மையைத் தீர்மானிக்க அவருக்கு ஒரு வழி இருந்தது. அவர் இந்தக் காரியத்தைச் செய்ய முற்பட்டார். நம்முடைய வாயுமண்டலத்திலுள்ள நைட்டிரஜனில் ஏதாவது ஒரு பகுதி மற்றப்பகுதியிலிருந்து வித்தியாசப்படுவதாக இருந்தால், '....அது மொத்தத்தில் 1/120 பங்குக்கு மேல் இல்லை என்று தைரியமாக முடிவு செய்யலாம்' என்றார். இந்தப் பின்னம் காவென்டிஷ் உத்தேசமாக மட்டும் கூறியது அன்று. தாம் பின்பற்றிய செயல்முறையில் உட்கிரகிக்கப்படாமல் மீந்திருந்த ஒரு வாயுவை அவர் நிஜமாகவே கவனித்தும் அளந்தும் இருந்தார். அந்தச் சிறிய வாயுக் குமிழி அவருக்குக் கிடைத்த நைட்டிரஜனில் சுமார் 1 சதவீதமாக இருந்தது. அது ஆர்கன் என்பதிலும் சந்தேகமில்லை. ஆயினும் ஒருவரும் அவர் காட்டிய வழியைப் பின்தொடரவும் இல்லை; மீந்துள்ள பொருளின் தன்மையைச் சிரமப்பட்டுப் பரிசிலனை செய்வதை மேற்கொள்ளவும் இல்லை. எத்

கலவை - mixture. ஹென்ரி காவென்டிஷ் - Henry Cavendish.

தனையோ ஆண்டுகளாக, நூற்றுக்கணக்கான இரசாயனிகள் காவென்டிஷ் கூறிய சொற்களைப் படித்துத்தான் இருக்க வேண்டும். அப்படியிருந்தும், அவர்கள் எல்லோரும் ஒரு மிகப் பெரிய விஷயத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு வாய்த்த சந்தர்ப்பத்தை நழுவவிட்டார்கள். அந்தச் சிறிய வாயுக் குமிழி காவென்டிஷின் செயல்முறையின் தோல்விக்கு அறிகுறியாயிருக்கலாம் என்றும், அங்குள்ள நைட்டிரஜன் முழுவதையும் அவர் பயன்படுத்திவிடவில்லை என்றும் அவர்கள் ஒருவேளை நினைத்திருக்கலாம்.

காவென்டிஷ் செய்த பரிசோதனைகளை ரேலி மீண்டும் செய்தார். அப்படிச் செய்து, ஆர்கனைத் தனியாகப் பிரித்தார். இந்தப் புதிய வாயு (அதாவது விஞ்ஞான உலகத்துக்குப் புதிதான வாயு) ராம்ஸேயின் முறையால் பிரித்தெடுக்கப்பட்டதாயிருந்தாலும், அல்லது காவென்டிஷ் முறையால் பிரித்தெடுக்கப்பட்டதாயிருந்தாலும், சிற்சில விசேஷமான குணங்களை உடையதாகக் காணப்பட்டது. அப்படிப்பட்ட ஒரு வாயு இருந்தமையும், அதன் துணைகளான அரிய வாயுக்களும் இருந்தமையும் பல அடிப்படையான விஷயங்களைப் பற்றி இரசாயனிகள் கொண்டிருந்த அபிப்பிராயங்களை மாற்றிவிட்டன. சுருங்கக் கூறின், அதைக் கண்டுபிடித்தது மிகவும் முக்கியமான விஷயம். ஏனென்றால், பரிசோதனை, கோட்பாடு ஆகிய இரண்டிலும் எத்தனையோ புதிய ஆராய்ச்சிப் புலன்களுக்கு அது வழி திறந்துவிட்டது. அக்காலத்துக்குச் சுமார் இருபத்தைந்து அல்லது ஐம்பது வருஷங்களுக்கு முன், இவற்றுள் சில புலன்கள் பயிர் செய்யத் தகுதியுள்ளவையாக இருந்திருக்கமாட்டா என்பதில் சந்தேகமில்லை. வாஸ்தவத்தில், 1810ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் எந்த ஆராய்ச்சியாளராவது காவென்டிஷின் பரிசோதனையில்

மீந்துள்ள குமிழியை ஆராய முயன்றிருந்தால், பிற்காலத்தில் ஆர்கனின் குணங்களையும் மற்ற அரிய வாயுக்களின் குணங்களையும் தெரிந்துகொள்வதற்கு அளவிலாத் துணை புரிந்த மின்சார - மின்னிறக்கக் குழாய், நிறமாலை - காட்டி என்னும் இரண்டு கருவிகளும் அவருடைய கைவசம் இருந்திருக்க முடியாது; அவைகளின் உதவியும் அவருக்குக் கிடைத்திருக்க முடியாது.

ஆயினும், விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் மட்டுக்கு மிஞ்சிக் காலதாமதம் ஏற்பட்ட காரியங்களில் இதுவும் ஒன்று. பக்குவமான காலம் வந்தால்தான் புதிய கருத்துக்களோ புதிய பரிசோதனை முன்னேற்றங்களோ பலகாலும் ஒப்புக்கொள்ளப்படுகின்றன என்று காண்கிறோம். இதை நான் பின்னோர் அத்தியாயத்தில் விளக்கப் போகிறேன். தம்முடைய பரிசோதனைகளில் உட்கிரகிக்கப் படாமலிருந்த நைட்டிரஜனின் 1/120 பகுதியைப் பற்றிக் காவென்டிஷ் கூறிய விஷயத்துக்கும் இது ஒரு விதத்தில் பொருத்தமாக இருக்கும். ஆனால், மொத்தத்தில் இரசாயனப் புரட்சி நிகழ்ந்த காலத்திற்குப் பின்னும், முக்கியமாக அணுவாதக் கோட்பாடு ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டதற்குப் பின்னும் (1860), ஆர்கனை ஏன் கண்டுபிடித்திருக்கக் கூடாது என்பதற்குக் காரணமே தெரியவில்லை. ஆயினும் இது எப்படிக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருந்தாலும், மற்ற அரிய வாயுக்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு அதற்குப் பின்னும் நெடுங்காலம் ஆயிருக்கலாம். ஆர்கன் என்பது ஒரு மூலகமா அல்லது கூட்டுப்பொருளா என்னும் சர்ச்சையும் அதைப் போலவே நெடுங்காலம் நீடித்திருக்கலாம்.

இந்த வரலாற்றுக்கு இரண்டு அடிக்குறிப்புக்களைக் கூறி, இந்த அத்தியாயத்தை முடிக்கலாம். 1890க்கு முன்

நிறமாலை - காட்டி – spectroscope.

ஹீலியத்தோடு (இது மற்றோர் அரிய வாயு) கலந்த சிறிதளவு ஆர்கன் வாயு டபிள்யூ. எப். ஹில்லிப்ராண்டு என்னும் ஓர் அமெரிக்க இரசாயனியிடம் இருந்தது. ஆனால் அவர் தாம் கண்டதைத் தெரிந்துகொள்ளத் தவறி விட்டார். சிற்சில தாதுப்பொருள்களின் மீது அமிலத்தை ஊற்றினால் அவற்றிலிருந்து ஒரு வாயு வெளிப்படுகிறது என்பதை அவர் கண்டுபிடித்திருந்தார். அது நைட்டிரஜன் அன்று என்றும், ஆர்கன், ஹீலியம் என்பவைகளின் கலவை என்றும் கண்டார். இவற்றுள் பிந்திய வாயு அதுவரை பூமியில் இருப்பதாகத் தெரியாததாயும், சூரியனின் நிற-மாலையின் விசேஷ உறுப்பாகக் காணப்படுவதாயும் உள்ள ஒரு மூலகத்தோடு முற்றொருமை உள்ளது. ஒரு மின்சார-மின்னிறக்கக் குழாயின் மூலமாகக் காணப்பட்ட அதன் பிரத்தியேக நிறமாலையிலிருந்து அது தெரிந்துகொள்ளப் பட்டது தம் கைவசமிருந்த அவ் வாயுவை ஹில்லிபிராண்டு ஏன் முழுதும் ஆராயவில்லை என்பது ஒரு ரசமான வினா. ராம்ஸே அதைக் கண்டுபிடித்த பிறகு ஹில்லிப்ராண்டு தம்முடைய தோல்வியைப் பற்றி எழுதுகையில், 'நான் என் வேலையைச் செய்து வந்தபோது எனக்கிருந்த சூழ்நிலைகளும் சந்தர்ப்பங்களும் சௌகரியம் இல்லாதவை. நான் செய்த இரசாயன ஆராய்ச்சியில் மிகநெடுங்காலம் கழிந்துவிட்டது. நான் முறைப்படி தினசரி செய்யவேண்டியிருந்த வேலையி லிருந்து அதிக நேரம் எடுத்துக்கொள்ளவும் என் மனச் சாட்சி சம்மதிக்கவில்லை. இவ்வகையான நிறமாலைக் காரியத்தில் நான் ஒரு கற்றுக்குட்டி. க்ளீவைட்டிலிருந்து கிடைத்த வாயுவில் பிரகாசமான ஆர்கன் கோடுகளும் மற்றக் கோடுகளும் தோன்றுவதை நீங்கள் பார்த்தபோது,

---

ஹீலியம் - Helium. டபிள்யூ. எப். ஹில்லிப்ராண்டு - W. F. Hillebrand.
க்ளீவைட் - clevite (ஒரு தாதுப்பொருள்)

அவை என் கவனத்துக்குள் எப்படி அகப்படாமல் தப்பி விட்டன என்பது ஒரு விளங்காத காரியமாகத் தோன்றி யிருக்கும், சந்தேகமில்லை. அவை என் கவனத்தைத் தப்பவில்லை. டாக்டர் ஹால்லாக்கும் நானும் இரண்டொரு சந்தர்ப்பங்களில் பல பிரகாசமான கோடுகளைக் கவனித்திருந்தோம். அந்தக் கோடுகளில் சிலவற்றுக்குப் பாதரசமோ அல்லது கந்தக அமிலத்திலுள்ள கந்தகமோ போன்ற நமக்குத் தெரிந்த சிற்சில மூலகங்கள் காரணமாக இருக்கக்கூடும். ஆனால், முன்னால் அவ்வகைப் படங்களில் குறித்துள்ள கோடுகள் எவற்றோடும் நான் ஒற்றுமைப் படுத்த முடியாதிருந்த வேறு சில கோடுகளையும் அதில் கண்டோம். குழாயின் வெற்றிடத் தன்மையின் அளவு வெவ்வேறாக இருக்கும் நிலைகளில், சில பொருள்களின் நிறமாலைகளில் வேறுபாடு காணப்படுகிறது என்பது பலருக்கும் நன்கு தெரிந்த விஷயம். ஆதலால், இப்படி எனக்கு விளங்காதிருந்த அத் தோற்றங்களுக்கும் அப்படிப் பட்ட காரணங்களை எனக்குச் சாட்டத் தோன்றிற்று. இதற்கு ஒரு புதிய மூலகம் காரணமாயிருக்கலாம் என்று பாதி சந்தேகத்தோடும், ஒரு பாதி உறுதியான நம்பிக்கை யோடும் எங்களில் ஒருவர் குறிப்பிட்டதையும் கூட நான் இக் காரணத்தால் ஒதுக்க நேர்ந்தது.'

அக்காலத்து நடைமுறை நிர்ப்பந்தங்களால் காரிய முறையில் ஈடுபட்டவராயும், மனச்சாட்சியுள்ளவராயும் உள்ள ஒரு சிறந்த அரசாங்க இரசாயனிக்கு விஞ்ஞானம் காட்டிய வழியைப் பின்தொடர்வது அவ்வளவு முக்கிய மில்லை என்று ஏன் தோன்றிற்று என்று சிந்திக்கலாம். இது இப்படி இருக்குமானால், அதிர்ஷ்டவசமாகக்

டாக்டர் ஹால்லாக் - Dr. Hallock. கந்தக அமிலம் - sulphuric acid. கந்தகம் – Sulphur.

கிடைத்ததைத் தொடர்ந்து ஆராய்வதற்கு 'ஆயத்தமாக உள்ள மனங்கள்' (பாஸ்டியர் வழங்கிய சொற்றொடர் இது) தயாராக இருப்பதும் இருக்காததும் பொது அபிப்பிராய நிலையைப் பொறுத்தவை என்பதை இந்த அரிய வாயுவின் கதைப் பகுதி நினைவூட்டுகிறது.

மற்றோர் அடிக்குறிப்பு ரேலி மிகவும் நுட்பமாகச் செய்த அளவியல் பரிசோதனைகளிலிருந்து பெறக்கூடிய ஒரு தவறான பொதுக் கூற்றை ஒட்டியது. வாசகர்கள் சம்பந்தப்பட்டமட்டில், இதுவும் மற்றொரு 'வைக்கோல் பொம்மையை' அமைப்பதைப் போன்றதாக இருக்கலாம். ஆனால், இந்தத் தப்பபிப்பிராயம் பொதுவாகக் காணப்படு கிறது. ஆகையால் இந்த விஷயத்தை வற்புறுத்திக் காட்டு வது பயனுள்ளதாகும். வாஸ்தவத்தில், ராம்ஸே ஆர்கனைக் கண்டுபிடித்த வரலாற்றைப்பற்றி ராம்ஸேயின் ஜீவசரித ஆசிரியர் கூறத் தொடங்கும்போது, கெல்வின் பிரபுவின் மேற்கோள் ஒன்றைத் தருகிறார். அப்படிச் செய்ததால் அவர் ஒரு பிழையுள்ள நோக்கை நீடித்திருக்கச் செய்தார் என்பது என் அபிப்பிராயம். அந்த மேற்கோள் வருமாறு:

'திருத்தமாகவும் நுணுக்கமாகவும் அளவீடுகளைக் குறிப்பது ஒரு புதிய விஷயத்தைக் காண முயலுவதைப் போல் அவ்வளவு மேன்மையும் கௌரவமும் இல்லாத வேலையாகவே விஞ்ஞான விளக்கம் பெறாத மனத்துக்குத் தோன்றும். ஆனால் விஞ்ஞானத்தில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட அநேகமாக எல்லாச் சிறந்த விஷயங்களும் திருத்தமாகக் குறித்த அளவீட்டுக்கும், நெடுங்காலம் பொறுமையோடு எண்-வடிவமான முடிவுகளை மிக நுணுக்கமாகக் கொழித்த முயற்சிக்கும் அளிக்கப்பட்ட பரிசுகளாக இருக்கின்றன.'

வைக்கோல் பொம்மை - straw man. மதிப்புக்கு உரியதல்லாத ஒன்றை நிறுத்திவைத்து அதற்கு மதிப்பில்லை என்று காட்ட உதவும் பொம்மை.
கெல்வின் பிரபு - Lord Kelvin.

இங்கு 'எண்-வடிவமான முடிவுகளை மிக நுணுக்கமாகக் கொழித்த' முயற்சி ரேலி ஆர்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு நேர்முகமாக உதவிற்று என்பது உண்மைதான். ஆனால், கெல்வின் பிரபு சொல்லியது உண்மை என்று அது நிரூபிக்கவில்லை. தொடர்ந்து ஆராயப்பட்ட தற்செயலான ஒரு கவனக்குறிப்பானது கஷ்டப்பட்டுக் குறிக்கப்படும் அளவீடுகளிலிருந்து முதலில் தொடங்கியிருக்கலாம் என்பதை மட்டுமே அது நிரூபிக்கிறது. ஆனால், இந்த விளைவிலிருந்து 'அளவீட்டை இன்னுமொரு தசமஸ்தானம் வரை திருத்தமாகக் கண்டுபிடித்தால், உடனே கைமேல் பலன் கிடைத்துவிடும்' என்று வழக்காடுவது அறிவீனம் என்பதில் சந்தேகமில்லை. விஞ்ஞான முடிவுகளை ஓரளவுக்கு மேல் சேகரிப்பதும் தபால் தலைகளைச் சேகரிக்கும் ஓய்வு நேர வேலையும் ஒன்றுக்கொன்று ஈடாகுமா என்பது வாக்குவாதத்துக்கு இடமான விஷயம். ஒழுங்குபடுத்திய அறிவில் காணும் இடைவெளிகளை நிரப்புவது ஒரு நியாயமான—இல்லை, கௌரவமான—விஞ்ஞான வேலை என்று பொதுவாக ஒப்புக்கொள்ளப்படுகிறது. ஒரு முறைபடு வகைபாட்டுத் திட்டத்தில் உண்மையாக எவ்வளவுக்கெவ்வளவு இடைவெளிகள் அதிகமாகக் காணப்படுகின்றனவோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு ஜாக்கிரதையான கவனக்குறிப்புகளை எடுக்கவேண்டியதும் இன்றியமையாதது. ஆனால், மூலகங்கள், கூட்டுப் பொருள்கள் ஆகியவற்றின் அடர்த்தி, மின்-கடத்து திறன், நீரில் கரைதிறன் என்பவை போன்ற பௌதிக குணங்களை மேன்மேலும் திருத்தமாக, முடிவேயில்லாமல், அளந்துகொண்டே போகமுடியும். நடை

ஓய்வு நேர வேலை - hobby. முறைபடு வகைபாட்டுத் திட்டம் - systematic scheme of classification. கூட்டுப் பொருள் - compound. அடர்த்தி - density. மின் கடத்துதிறன் – electrical conductivity. கரைதிறன் - solubility.

முறைக் காரியங்களின் நிமித்தமாக அம்முயற்சி தொடங்கப் பட்டால் நல்லதுதான். அல்லது எதாவதொரு கருத்தைச் சோதிக்கும் நிமித்தம் அது தொடங்கப்பட்டால் அதை ஒரு நியாயமான விஞ்ஞானச் சூதாட்டம் என்று சொல்ல லாம். 'திருத்தமான அளவீடும், பொறுமையோடு நெடுங் காலம் எண்-வடிவமான முடிவுகளை மிக நுணுக்கமாகக் கொழித்த முயற்சியும்' அப்பேர்ப்பட்ட காரியங்களைச் செய்வதில் கிடைக்கும் திருப்தியின் பொருட்டே ஒரு விஞ்ஞானியால் தொடங்கப்படலாம். இதைப் பற்றிச் சந்தேகமில்லை. ஆனால், அப்படித் தொடங்குவதாயிருந் தால், தபால் தலைகளைச் சேகரிக்கும் ஒருவன் பொதுமக்க ளிடமிருந்து எவ்வகையான ஆதரவை எதிர்பார்க்கலாமோ அதற்கு மேலான யாதொரு ஆதரவையும் அந்த விஞ்ஞானி எதிர்பார்க்கலாகாது.

மேலே சொல்லப்பட்டவை எல்லாம் அளவியல் அள வீடுகளைக் குறைசொல்லும் பொருட்டன்று. திருத்தமான அளவீடுகள் இல்லாவிட்டால், பௌதிகமும் இரசாயனமும் ஒருநாளும் வளர்ச்சி அடைந்திருக்கமாட்டா. ஆனால் புதிய மனக்கோள்களோடும் மனக்கோட் திட்டங்களோடும் இவ் அளவீடுகளுக்குள்ள சம்பந்தத்திலும், எண்-வடிவ மான முடிவுகள் தர்க்க முறையில் கையாளப்படும் வகை யிலும்தான் இந்த அளவீடுகளின் முக்கியத்துவம் முழுதும் அடங்கியிருக்கிறது. அளவீட்டுக் கருவிகளும், அளவியல் முடிவுகளைக் கணித ரீதியில் முறைபடக் கூறுவதும், ஆகிய இரண்டும் விஞ்ஞானத் துறையில் என்ன அடிப்படைக் காரியங்களைச் செய்திருக்கின்றன என்பதைக் காட்டக் கூடிய சில எளிய உதாரணங்களை அடுத்த அத்தியாயத்தில் கவனிப்போம்.

நியாயமான விஞ்ஞானச் சூதாட்டம் - fair scientific gamble.

அத்தியாயம் ஆறு

ஜியோமிதி அனுமானமும் அளவியல் பரிசோதனைகளும்

'என்னோடு பதினேழாம் நூற்றாண்டுக்கு வாருங்கள், வாயுவியல் ஆராய்ச்சியை நாம் மீண்டும் கவனிப்போம்' என்று வாசககர்களை நான் கேட்டுக்கொள்ளப் போகிறேன். டாரிசெல்லியின் திட்டம் பரிசோதனையால் சோதிக்கக் கூடிய சில ஊகங்களை அளித்தது என்பது உங்களுக்கு நினைவிருக்கலாம். அதனால் கிடைத்த முடிவுகள் பெறப் பட்ட ஊகங்களை உறுதிப்படுத்தின. ஆகவே, காற்றுக் கடல் என்ற மனக்கோள் உண்மை என்பதில் மக்களுக்கு மேன்மேலும் அதிகமான நம்பிக்கை ஏற்பட்டுவந்தது. ஆயினும், இந்தச் சோதனைகள் எல்லாம் அடிப்படையில் பண்பியல் தன்மையானவை. அப்படியென்றால், திருத்த மான அளவீடுகள் ஒன்றுமே அவற்றுக்கு அவசியமில்லை. மேலும், அவற்றில் கிடைத்த எண்மதிப்புக்கள் கணித முறையில் கையாளப்படவும் இல்லை. வாயுவியல் நிகழ்ச்சிச் சரித்திரத்தை எளிதாக விளங்கச் செய்யும் அம்சங்களில் இந்தப் பண்பியல் தன்மையும் ஒன்று. ஏனென்றால், எங்கேயாவது அல்ஜிப்ரா தன்னுடைய விகாரத் தலையைத் தூக்கும்போல் தோன்றினால், விஞ்ஞானிகளல்லாத வாசகர் களில் பெரும்பாலோர் உடனே திகிலடைந்து, புத்தகத்தை மூடிவிடுவார்கள். ஆயினும், விஞ்ஞான முறைகளைப் பற்றிய பரிசீலனையை இதுவரை சொல்லியவற்றோடு

ஜியோமிதி அனுமானம் - geometrical reasoning. அளவியல் பரிசோதனைகள் - quantitative experimentation. பண்பியல் தன்மை - qualitative nature. அல்ஜிப்ரா - algebra.

நிறுத்திவிட்டால் நமக்கு அவைகளைப்பற்றி ஒரு சரியான எண்ணம் ஏற்படாது ; அவற்றைப் பற்றிக் கேவலமாகவும் குரூபமாயுமே ஓர் அபிப்பிராயம் உண்டாகும்.

பௌதிக விஞ்ஞானங்களின் முன்னேற்றத்தில் பண்பியல் பரிசோதனைகள் முதன்மையான முக்கியத்துவம் உடையவையாகப் பல தடவைகளில் இருந்திருக்கின்றன ; சந்தேகமில்லை. சமீபகாலம் வரை உயிரியலில் இந்த வகையான பரிசோதனைகள் மட்டுமே நடந்து வந்திருக்கின்றன. கண்டிப்பான அளவீடுகளோ அல்லது சிக்கலான கணிதக் கருத்துக்களோ சம்பந்தப்படா நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்ந்தாலும் கூடப் பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தைப் பற்றி நல்ல விளக்கம் ஏற்பட்டுவிடும். ஆயினும், திறமையாக அமைத்த கருவிகளின் மூலமாகக் குறித்த ஜாக்கிரதையான அளவீடுகளே வானசாஸ்திரம், பௌதிகம், இரசாயனம் என்னும் விஞ்ஞானங்களுக்கு அஸ்திவாரங்கள் என்று சொன்னால் அது மிகையாகாது. இந்த அளவீடுகளின் முக்கியத்துவம் அவற்றுக்கும் சிற்சில கணித மனக்கோள்களுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தையும் ஓரளவு பொறுத்திருக்கிறது. இம் மனக்கோள்களைக் கையாளுவதற்குத் தூய சிந்தனை-உலகில் சிற்சில புதிய புத்தமைப்புக்கள் தேவையாயிருந்தன. ஆகையால், விஞ்ஞான விளக்கத்தில் அளவீட்டுக் கருவிகளும் அவற்றைத் திருத்தி அமைத்தலும் எவ்வளவு முக்கியமானவை என்று எடுத்துக்கூறவேண்டும். மேலும், சோதனைச்சாலைக் கவனக்குறிப்புக்களோடு கணிதக் குறிப்புக்கள் சம்பந்தப்பட்டிருக்கும் முறையையும் ஓரளவு குறிப்பிடவேண்டும். ஆதலால், இந்த அத்தியாயம் **அளவியல் பரிசோதனைகளையும்** கணிதத்தைப் பயன்படுத்துவதையும்

தூய சிந்தனை - உலகு - realm of abstract thought - அளவியல் பரிசோதனைகள் - quantitative experimentation.

கவனிப்பதற்காகவே எழுதப்பட்டிருக்கிறது. இதில் சில பக்கங்களைப் படித்த பின்பு மேலும் படிப்பது கஷ்டமாக இருக்கும் என்று வாசகர்களுக்குத் தோன்றினல், அவர்கள் இதை விட்டுவிட்டு, ஒரே தாண்டாக அடுத்த அத்தியாயத்துக்குச் செல்வது நல்லது. அங்கே மறுபடியும் பெரும் பான்மையும் பண்பியல் நிரம்பிய ஓர் உலகை அடைந்து விடுவார்கள். ஆனல், தாங்கள் விட்டுவிட்ட விஷயம் முக்கியமானது என்பதை அவர்கள் நன்கு உணரவேண்டும்.

பின்வரும் பக்கங்களில் கூறப்படும் கருத்துக்களும் கணிதமும் மிகவும் எளிதானவையாக இருப்பதற்கு நான் மன்னிப்புக் கேட்கவேண்டியதில்லை. இருந்தாலும், இங்கு காட்டப்பட்ட உதாரணங்கள்தான் பதினேழாம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானத்துக்கு ஆதர்சமான உதாரணங்கள் என்று வாசகர்கள் எண்ணிவிடலாகாது. கலிலீயோவும், நியூட்டனும் வாழ்ந்த காலமே பதினேழாம் நூற்றாண்டு என்பதையும், விழும் பொருள்களைப் பற்றிய கலிலீயோவின் ஆராய்ச்சியோடு அந் நூற்றாண்டு தொடங்கிற்று என்பதையும், நியூட்டனின் இயக்கவியலோடும் கால்க்குலஸ் என்னும் நுண்கணிதத்தை அவர் புதிதாக அமைத்ததோடும் அது முடிவடைந்தது என்பதையும் நான் நினைப்பூட்ட வேண்டியதில்லை. கோட்பாட்டுப் பௌதிகத்தின் வளர்ச்சியின் தொடக்க காலத்தில் கணிதம் புரிந்த உதவியை முழுவதும் அறிந்து பாராட்ட வேண்டுமானல், இரண்டு மகா மேதாவிகளுடைய வேலையை நன்கு கற்றுகவேண்டும். ஆனல், விஞ்ஞான முறைகளை எளிதாக விளக்குவதையே நோக்கமாகக் கொண்ட இந்நூலில் சேர்க்க முடியாத அளவுக்கு அதில்

ஆதர்சமான - representative. நியூட்டன் - Newton. இயக்கவியல் - mechanics. கால்க்குலஸ் - calculus. (மாறி எண்களையும் அவைகள் மாறு-விகிதங்களையும் பற்றிய ஒரு கணிதத்துறை.) கோட்பாட்டுப் பௌதிகம் - Theoretical Physics. இயக்க - இயல்-kinetics.

அடங்கிய கருத்துக்கள் கஷ்டமானவையாக இருக்கும். இயங்கும் பொருள்களைப் பற்றிய பிரச்சினையை (இயக்க-இயல், இயங்கு பொருளியல் என்பவைகளை) பற்றிய ஆராய்ச்சி பாமரனுக்குக் குழப்பத்தையே உண்டாக்கும். அளவிடும், கணிதமும் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் செய்துள்ள செயலைப் பற்றிப் பாமரனுக்கு அவை யாதொன்றும் தெரிவிக்கமாட்டா. பௌதிகத் துறைகளில் நியூட்டனின் பெயரோடு சம்பந்தப்பட்ட மிக எளிய விஷயங்களைத் தெரிந்துகொள்வதற்குங்கூட அவற்றை மிகவும் சிரத்தையாகக் கற்றுகவேண்டும்; மேலும் எண் சம்பந்தமான கணக்குகளையும் பயின்றுகவேண்டும்.

ஆனபோதிலும் அறிவின் சரித்திரத்தைப் பற்றி நமக்கு ஒன்றும் தெரியவேண்டியதில்லை என்று நினைத்தாலன்றி, மத்திய காலத்தோர் உலகைப் பற்றிக்கொண்டிருந்த அரிஸ்டாட்டிலின் அபிப்பிராயம் பதினெட்டாம் நூற்றுண்டில் நியூட்டன் கூறிய அபிப்பிராயத்தை (இது சம்பந்தமாக ஹெர்பர்ட் பட்டர்பீல்ட் என்பவரின் **நவீன விஞ்ஞானத்தின் மூலங்கள்** என்னும் நூலைப் படிப்பது நலம்) பின்னணியாகக்கொண்டு, அதற்கு முன்புறமாக வாயுவியல் பரிசோதனைகளை வைத்துப் பார்ப்பது நன்று. கலிலீயோவின் காலத்துக்கும் நியூட்டனின் காலத்துக்கும் இடையே, நாம் இங்கே கவனிக்கப்போகும் கணிதக் கருத்துக்களைக் காட்டிலும் மிக மிகச் சிக்கலான கருத்துக்கள் முறைபடக் கூறப்பட்டு வந்த காலத்திலேதான் வாயுவியல் துறை வளர்ச்சிபெற்றது என்பது நினைவிலிருக்கவேண்டும்.

இயங்கு பொருளியல் - dynamics. மத்திய காலம் - Middle ages. (சந்தர்ப்பத்துக்கு ஏற்றபடி சுமார் கி. பி. 600-1500 ஆண்டுகளையோ, அல்லது 1000-1400 ஆண்டுகளையோ குறிக்கும் பெயர்) அரிஸ்டாட்டில் - Aristotle. ஹெர்பர்ட் பட்டர்பீல்ட் - Herbert Butterfield. நவீன விஞ்ஞானத்தின் மூலகங்கள் - *The Origins of Modern Science*.

உலகத்தைப் பற்றி அரிஸ்டாட்டில் கூறிய அபிப்பிராயம் அப்பொழுதுவரையும் இருந்துவந்தது ; ஆனால், அது விரைவாக மாறிவந்தது. அந்த நூற்றாண்டிலும் அதற்கு முந்திய நூற்றாண்டிலும் ஜாக்கிரதையான கவனக்குறிப்புக்களால் கிடைத்த எண்-சம்பந்தமான எடுகோள்களின் பெருந்தொகுதியைக் கோபர்னிக்கஸ்ஸின் சூரிய-மத்திய கற்பிதக் கொள்கையில் சேர்த்துப் பிணைப்பதற்கு வான சாஸ்திரிகள் முயன்றுகொண்டிருந்தார்கள். அளவீட்டுக் கருவிகளைத் திருத்தியமைப்பதில் விஞ்ஞானிகளே நெடுங் காலமாக முக்கியமாக அக்கறை கொள்ளவேண்டியிருந்தது. பௌதிக நிகழ்ச்சிகளில் கணிதத்தை உபயோகித்தால் பயன் கிடைக்கும் என்று சிறந்த முறையில் கலிலீயோ நிரூபித்தார். மத்திய காலத்துத் தர்க்கங்களும், கணிதமும் தெள்ளிய ஓடைபோன்ற அனுமான ஏதுமுறையும் பரிசோதனைக் கலையோடு விரைவாக ஒன்றுபட்டு வந்தன. இந்தப் புதிய இணைப்பினால் கிடைத்த சக்தியைப் பல துறைகளிலும் அளவியல் பரிசோதனை பயன்படுத்திப் பார்த்தது.

பௌதிக உலகத்திலே ஜியோமிதி முறை அனுமானத்தையோ அல்லது ஊக முறை அனுமானத்தையோ பயன் படுத்துவதற்கு உதாரணமாக, இயந்திர-இயலின் ஒரு பகுதியான நிலைத்திரவ-இயலின் சரித்திரத்தைக் கூறலாம். வாயுவியல் துறையோடு இந்த விஷயம் நெருங்கிய சம்பந்தம் உடையது. ஆகையால், அளவியல் பரிசோதனைகளைக் கவனிப்பதற்கு ஒரு சௌகரியமான வாயிலை அது அளிக்கிறது. குழாய்களிலும் தொட்டிகளிலும் உள்ள

எண்-சம்பந்தமான எடுகோள்கள்-neumerical data. **கோபர்னிக்கஸ்** - Copernicus. சூரிய மத்தியக் கற்பிதக் கொள்கை - helio-centric theory. அனுமான ஏதுமுறை - deductive reasoning. இயந்திர-இயல் - mechanics. நிலைத் திரவ இயல் - hydrostatics

நீரின் நடத்தையை நாகரிக உலகத்தின் தொடக்க காலம் முதலாகவே கவனித்துக் குறித்தும் சர்ச்சை செய்தும் வந்திருக்கவேண்டும். கி. மு. மூன்றுவது நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த ஆர்க்கிமீடீஸின் காலம் வரை பின்நோக்காகக் கவனித்தால் அதுவே நம்முடைய காரியத்துக்குப் போது மானது. அதற்கும் முற்பட்ட பண்டைப் பழங்காலத்தை நாம் தேடித் துருவ வேண்டியதில்லை. ஸைரக்யூஸ் நகரம் பிடிபட்டபோது ஒரு ரோம வீரனின் கையால் அவர் மரணமடைந்த கதை பலருக்கும் தெரிந்திருக்கும். இந்த ஆதிக்கால விஞ்ஞானி இன்னுர்தான் என்று நாம் அடையாளம் தெரிந்துகொள்ள அது உதவும். பொன்-கிரீடம் ஒன்று தூய பொன்னினுல் செய்யப்பட்டதா இல்லையா என்பதைத் தீர்மானிப்பதற்கு, அதை முதலில் காற்றில் நிறுத்தும் பின்பு நீரில் நிறுத்தும் புதிதாக ஒரு சோதனை வழியை அவர் கண்டுபிடித்ததும், கிட்டத்தட்ட அதைப் போலவே பலரும் அறிந்த கதை. 'யுரீகா' (நான் கண்டு பிடித்துவிட்டேன்!) என்ற வெற்றிச் சொல்லையும், ஒரு குளிப்பறைத் தொட்டியையும் யாராவது சேர்த்துச் சொன்னுல், அந்தப் பழங்காலக் கதை ஏதோ சற்றுவது நமது நினைவுக்கு வரும். விலை மதிப்புள்ள உலோகங்களின் தூய்மையைப் பௌதிக முறைகளால் சோதிக்கும் பொறுப்பு ஆர்க்கிமீடீஸுக்கு நடைமுறை வாழ்க்கையை ஒட்டிய ஒரு காரியமாக நேர்ந்தது. அப்போது முதன் முதலாக அவர் ஒரு தத்துவத்தை வெளியிட்டார். ஆதலால், அந்தத் தத்துவம் நெடுங்காலமாக அவருடைய பெயரையே பெற்று வந்திருக்கிறது. திரவங்களையும் திரவங்கள் செலுத்தும் அழுத்தங்களையும் பற்றி ஒன்ரே

ஸைரக்யூஸ் - Syracuse. யுரீகா-Eureka. கிரேக்க மொழியில் இதற்கு 'நான் கண்டுபிடித்து விட்டேன்' என்பது பொருள்.

டொன்று பின்னிக் கோத்த எத்தனையோ கருத்துக்களையும் அவர் வெளியிட்டிருக்கிறார். அவருடைய நூல்களின் மூலம் பிற்காலத்தோருக்குக் கிடைத்த பல விஷயங்களில் அந்தத் தத்துவமும் ஒன்று. ஆயினும், மேல் நாட்டாருக்கு அவை தெரியவந்தது பதினாரும் நூற்றாண்டில்தான். அசையா நிலையிலுள்ள திரவங்களின் நடத்தையைப் பற்றிய சர்ச்சைக்கு (இது நிலைத்திரவ-இயல் என்று சொல்லப் படுகிறது) அவை ஆதாரமாக இருந்தன.

நிலைத்திரவ இயலின் தத்துவங்கள் முக்கியமானவை. ஏனென்றால், ஆதிக்காலம் முதல் இக்காலம் வரையில் விஞ்ஞானத்தில் ஓர் ஆராய்ச்சிப் போக்கு எப்படி முன்னேறியிருக்கிறது என்பதை அவைகளின் வளர்ச்சி விளக்கிக் காட்டுகிறது. ஆர்க்கிமீடீஸின் தத்துவங்களை விரித்தும் விளக்கியும் வந்த பதினாரும் பதினேழாம் நூற்றாண்டு நிலைத் திரவ-இயல் நூல்களைப் படித்தால், ஜியோமிதி பாடப் புத்தகங்களைப் படிப்பது போல இருக்கும். உதாரணமாக, புரூஜெஸ் நகரத்தினரான ஸ்டேவின் என்பவர் இந்த விஷயத்தைப் பற்றி எழுதியவைகளிலும் (இவை சுமார் 1600ல் வெளிவந்தவை), பாஸ்கல் எழுதியவைகளிலும் (இவை 1650ல் எழுதி, 1663ல் வெளிவந்தவை) நிஜமாகச் செய்யப்பட்ட பரிசோதனை எதைப் பற்றியாவது அனேகமாக ஒரு குறிப்பும் காணப்படுவதில்லை. இந்த ஆதிகாலக் கோட்பாட்டுப் பௌதிகர்களுக்கு ஆர்க்கிமீடீஸின் கருத்துக்களை முன்னேறச் செய்வதற்குத் துணையாக இருந்தவை ஒப்புக்கோள்களிலிருந்து பெறப்படும் ஊகமுறை அனுமானங்கள்தாம். அக் காரியத்தில் யூக்ளி என்பவர் பல

புரூஜெஸ் - Bruges. ஸ்டேவின் - Stevin. யூக்ளிடு - Euclid. கி. மு. மூன்றும் நூற்றண்டில் வாழ்ந்த கிரேக்க நாட்டுக் கணித நிபுணர். ஜியோமிதியின் தந்தை என்று இவரைச் சொல்லலாம்.

நூற்றாண்டுகளுக்குமுன் நிலைநாட்டிய தார்க்கிகச் சிந்தனை முறையையே அவர்களும் பின்பற்றி வந்தார்கள். திறமை யான பரிசோதனைகளைவிட உறுதியான பகுத்தாராய்வும் ஜாக்கிரதையான அனுமானமுமே அவர்களுடைய முறை யில் மூலாதாரங்களாக இருந்தன.

ஆர்க்கிமீடீஸாவது, அல்லது பிற்காலத்தில் வேறு எவராவது, பொன்னைச் சோதிக்க ஆர்க்கிமீடீஸ் உபயோ கித்த முறையின் அடிப்படைத் தத்துவத்தைப் பரிசோ தனைகளின் மூலமாக நிலை நாட்ட முயன்றிருந்தால், அதில் அநாவசியமாக நெடுநேரம் வீணாகியிருக்கும் என்று இந்நாளிலும் கூடச் சில தார்க்கிகர்கள் நிஜமாகவே வழக்காடுகிறார்கள். தள-ஜியோமிதியின் தத்துவங்களைப் போலவே நிலைத் திரவ-இயலின் தத்துவங்களும் சிற்சில ஒப்புக்கோள்களிலிருந்து தார்க்கிக ரீதியில் ஒழுங்காகப் பெறப்படுகின்றன என்று சொல்லலாம். நிஜமாக அப்படி இல்லாவிட்டாலும், ஸ்டேவினும், பாஸ்கலும், இருபதாம் நூற்றாண்டின் மத்தியகாலத்து எழுத்தாளர் சிலரும் கட்சி சொல்லுவது அப்படித்தான். இந்தக் கட்சி முழுவதும் செல்லுமா என்பது எளிதாக விடையளிக்கக் கூடிய ஒரு வினா அன்று. உண்மைப் பிரச்சினை என்ன என்று நமக்குச் சற்று நன்றாகத் தெரியும் வரை அந்த வினாவைக் கவனிக் காமல், அதை இன்னும் சில பக்கங்களுக்கு அப்பால் தள்ளிப் போடுவதே நல்லது.

இதிலுள்ள முக்கியமான அம்சம் இதுதான் : பதினா றும் பதினேழாம் நூற்றாண்டுகளில் பௌதிகம் வளர்ச்சி யடைந்தபோது பௌதிகத் தோற்றங்களைச் சர்ச்சைசெய்ய ஜியோமிதி அனுமான முறையே உபயோகித்தார்கள்.

தள-ஜியோமிதி - Plane geometry. இருபதாம் நூற்றாண்டின் மத்திய காலம்-mid-twentieth century.

இந்த ஊகமுறை-அனுமானம் நிஜமாகவே நடத்தப்படும் பரிசோதனைகளுக்குக் குறைந்த முக்கியவத்தையும், நடைமுறையில் ஒருகால் பலிக்கக்கூடியவையாயும், அப்படி ஒருகால் நிகழ்ந்தாலும் மிக அரிதகவே நிகழ்வதாயும் உள்ள சிற்சில செய்துகாட்டுக் காரியங்களுக்கு அதிக முக்கியத்துவத்தை அளித்தது. வாஸ்தவத்தில், நிலைத்திரவ-இயலையும் வாயுவியலையும் பற்றிப் பாஸ்கல் எழுதிய நூலில் வர்ணிக்கப்பட்ட பரிசோதனைகளில் நிஜமாகவே நடத்தப்பட்டவை எவை என்று நம்மால் சொல்ல முடியாது.

பாஸ்கலுக்கும் பாயிலுக்கும் உள்ள வேறுபாடு குன்றின்மேல் இட்ட விளக்குப்போல் தோன்றுகிறது. பாயில் திறமையுள்ள பரிசோதகர்; நுணுகிப் பார்க்கும் கவனிப்பாளர்; கிட்டத்தட்ட அலுத்துப்போகும் அளவு நுட்பங்களைப் பதிவு செய்பவர்; விஞ்ஞானப் பரிசோதனைகளின் மரபை நிலைநாட்ட மற்றவர்கள் செய்ததற்கு அவர் செய்தது குறைவில்லை. உலோகங்களைச் செய்தல் போன்ற கலைகளை வளர்ப்பதற்குத் தலைமுறை தலைமுறையாகப் பரிசோதனைகளை வெற்றிகரமாகச் செய்து வந்த கம்மியர்களே அவருடைய அறிவு-மூதாதையர்கள். இதற்கு எதிரிடையாக, பாஸ்கல் கணித நிபுணர்; தர்க்க சாஸ்திரி; கிரேக்க நாட்டுக் கணித விற்பன்னர்களின் ஆத்மீகப் பரம்பரையில் தோன்றியவர். எடுத்துக்கொண்ட வழக்குக்கு இது ஜீவநாடியாக உள்ளது என்று சொல்லக்கூடிய முக்கியப் பகுதியைச் சோதிப்பதற்கு நிஜப் பரிசோதனையைச் செய்ய வேண்டிய அவசியம் எப்பொழுதேனும் ஏற்படும் என்பதை அவர் ஒப்புக்கொள்ளுகிறார். (ஆதலால்தான் பை-டி-டோம் படையெடுப்பு நிகழ்ந்தது). ஆனால், அவர் கூறும் வழக்கு

செய்து காட்டுக் காரியம் - demonstration. கம்மியர்கள் - artisans. நூலாடை - fabric. இழை - strand. மாக்ஸ்வெல் - Maxwell. ஐன்ஸ்டைன் - Einstein. பாரடே - Fara ay. ரதெர்போர்டு - Rutherford.

தர்க்க ரீதியானது; செய்யக்கூடியவையான பரிசோதனைகளை ஒட்டியது; நிஜமான கவனக் குறிப்புக்கள் அதில் அதிகமாகப் பங்கெடுத்துக் கொள்ளவில்லை. செய்யக்கூடியவையான பரிசோதனைகளே — அவற்றை ஏட்டுப் பரிசோதனைகள் என்று சிலர் சொல்வார்கள் — அவருடைய விளக்கம் முழுவதிலும் கையாளப்பட்டிருக்கின்றன. பாஸ்கல் எழுதியவைகளை நவீன விஞ்ஞானம் என்னும் நூலாடையை அமைப்பதற்குப் பயன்பட்ட தொடர்ச்சியான ஓர் இழை என்று கூறலாம். கோட்பாட்டுப் பௌதிகரின் முன்னோர்களில் அவரும் ஒருவர். பரிசோதனையாளர்கள் அனைவருக்கும் பாயிலே மூதாதை என்று கூடச் சொல்லலாம். சமீபகாலத்துக் கோட்பாட்டு மரபில் மாக்ஸ்வெல், ஐன்ஸ்டைன் என்பவர்களின் பெயர்களையும், பரிசோதனை மரபில் பாரடே, ரதர்போர்டு என்பவர்களின் பெயர்களையும் மட்டும் குறித்தால் நம்முடைய காரியத்துக்குப் போதும். கலிலீயோ, நியூட்டன என்பவர்கள் இவ்விரண்டு மரபுகளையும் ஒன்றாக இணைத்ததுபோல, விஞ்ஞானத் துறையில் மிகச் சிறந்து விளங்கிய வேறு சிலரும் செய்திருக்கிறார்கள்.

பல நூற்றாண்டுகளாகப் பரிசோதனையாளர்களும் கோட்பாட்டு விஞ்ஞானிகளும் ஒத்துழைத்திருக்கிறார்கள்; ஒருவர் செய்த செயல் மற்றவரின் செயலை நிறைவாக்குவதாகவும் இருந்திருக்கிறது. ஆனபோதிலும், சிற்சில வேளைகளில் ஒருவருக்கொருவரின் இடையே சற்றே மனச்சலிப்பு ஏற்பட்ட குறிகள் தோன்றக் காண்கிறோம். பாஸ்கல் செய்ததாகக் கூறும் சில பரிசோதனைகளைப் பற்றிப் பாயில் கூறுவது அத்தகைய மனச்சலிப்புக்குக்

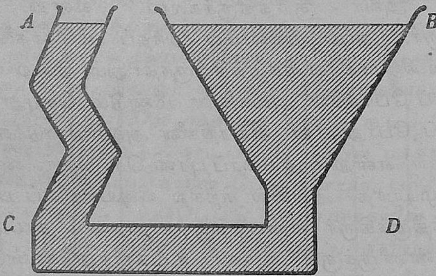
செய்யக்கூடிய பரிசோதனை - possible experiment (ஆனால் வாஸ்தவத்தில் செய்யப்படவில்லை என்பது பொருள்).

காட்டக்கூடிய ஆதி உதாரணங்களில் ஒன்று. 'அந்தப் பிரான்ஸ் நாட்டுக் கணித விற்பன்னர் பரிசோதனைகளைத் தாம் நிஜமாகச் செய்ததாகக் கூறவில்லை; ஏதுக்களைக் கூறி நிலை நிறுத்திய தம்முடைய முடிவுகளில் நாம் தவறிப் போயிருக்க முடியாது என்று ஒரு நியாயமான உறுதியைக் கொண்டு, இக்காரியங்கள் கட்டாயமாக நிகழவேண்டியவை என்று அவர் குறித்திருக்கலாம்' என்று பாயில் கூறுகிருர். 'அப்படியில்லாமல் அந்தப் பரிசோதனைகளைப் பாஸ்கல் நிஜமாகவே நிகழ்த்தியிருந்தாலும், வேறு எவரும் அவரைப் போலவே அவைகளை மீண்டும் செய்து பார்ப் பதற்குப் போதுமான விவரங்களை அவர் கொடுக்கவில்லை, பாருங்கள்' என்றும் அவரைப் புரளி செய்கிருர். ஒருவரும் நம்ப முடியாத அளவில் சிற்சில விஷயங்களைப் பாஸ்கல் வர்ணித்திருக்கிருர் என்பதற்கு உதாரணம் காட்ட, 20 அடி தண்ணீருக்குள் ஒருவர் உட்கார்ந்துகொண்டு, நீர் மட்டத்துக்கு மேல் நீட்டிக்கொண்டிருக்கும் குழாயைத் தம்முடைய தொடையின் மீது வைத்துக்கொண்டிருப்பதாக பாஸ்கல் கூறும் பரிசோதனை ஒன்றைப் பாயில் குறிப் பிடுகிருர். 'ஆனுல், 20 அடி ஆழம் நீர் நிரம்பிய பெரிய தொட்டியிலுள்ள நீருக்குள் ஒருவன் எப்படித் தொடர்ந்து உட்கார்ந்திருக்க முடியும்' என்பதைப் பற்றிப் பாஸ்கல் ஒன்றும் சொல்லவில்லையே என்று பாயில் கேட்கிருர்.

நிலைத்திரவ-இயலின் தத்துவங்கள்: வரையறையின் மூலமாக உண்மை

பௌதிக விஞ்ஞானத்தில் கோட்பாட்டு மரபு தொடங் கியதைக் கூறும் இந்தப் பொது வரலாற்றை மனத்தில் வைத்துக்கொண்டால், நிலைத்திரவ-இயலின் சில குறிப்பான பிரச்சினைகளை நாம் பரிசீலனை செய்ய முடியும். முதலாவ

தாக, 'நீர் தன் சுய-மட்டத்தை நாடும்' என்னும் சொற்றொடரால் சில வேளைகளில் சுருக்கமாகக் கூறப் படும் ஒரு நிகழ்ச்சியை நாம் ஞாபகப்படுத்திக்கொள்ள வேண்டும். ஒன்றாக இணைக்கப்பட்ட இரண்டு ஏனங்களில் ஒன்றுக்குள் நீரை வார்த்தால், அந்த ஏனங்களின் வடிவம் எத்தகையதாக இருந்தாலும் அக்கறையின்றி, அவ்

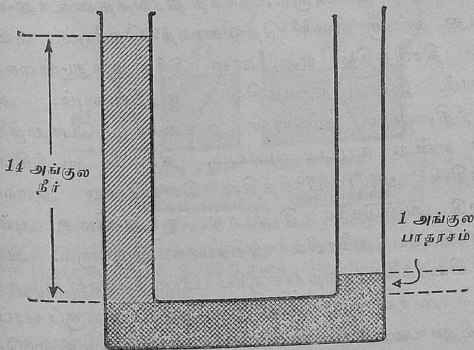


படம் 17. ஒரு குழாயால் இணைக்கப்பட்ட இரண்டு ஏனங்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். ஓர் ஏனத்துக்குள் நீரை ஊற்றினால் இரண்டு ஏனங்களிலும் நீரின் மட்டம் சமமாகிவிடுகிறது.

விரண்டின் மட்டமும் விரைவில் சமமாகிவிடும் என்பதை வாசகருக்கு இந்த வரிப்படம் (படம் 17) நினைப்பூட்டும். (AC, BD என்னும்) இரண்டு பக்கங்களிலும் உள்ள நீரின் மொத்த அளவு மிகவும் வித்தியாசமாக இருந்த போதிலும், அவ்விரண்டிலுமுள்ள நீரின் **உயரங்கள்** ஒன்றையொன்று சமன் செய்கின்றன என்பது தெளிவு. நீரை விரைவாக ஊற்றினால், முதலில் அவ்விரண்டு வட்டங் களும் முதலில் மேலும் கீழுமாகச் சிறிது ஏறி இறங்கும்.

நீர் தன் சுயமட்டத்தை நாடும் - water seeks its own level. **சமநிலை** - equilibrium.

ஆனால், இந்த ஆட்டம் விரைவில் அடங்கிவிடும். அப்போது 'சம நிலை ஏற்பட்டுவிட்டது" என்று நாம் சொல்கிறோம். சமநிலை என்னும் மனக்கோள் விஞ்ஞானத்தில் மிகவும் முக்கியமானது என்று, போகிற போக்கில், நாம் குறித்துக் கொள்வது நல்லது. நிலைத்திரவ-இயலின் தத்துவங்கள் சம நிலை ஏற்படும் சந்தர்ப்பங்களுக்கு, அதாவது இந்த உதாரணங்கள் விளக்கிய சந்தர்ப்பத்தை ஒத்த நிலைகளுக்கு' பொருந்தும். சம நிலையிலிருந்தால், 14 அங்குல உயரம்



படம் 18. அடியில் இணைக்கப்பட்டவையாயும், ஒன்றில் பாதரசம் உள்ளதாயும், மற்றொன்றில் நீர் உள்ளதாயும் இருக்கும் இரண்டு செங்குத்தான குழாய்களின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம்.

உள்ள ஒரு நீர்-ஸ்தம்பம் 1 அங்குல உயரமுள்ள பாதரச ஸ்தம்பத்தைச் சமன் செய்துகொண்டிருக்கும் (படம் 18). இப்படி இருப்பதுதான் நியாயம் என்று தோன்றுகிறது. ஏனென்றால், கன-அளவுக்குக் கன-அளவு, பாதரசம் நீரைப்போல் 14 மடங்கு பளுவானது.

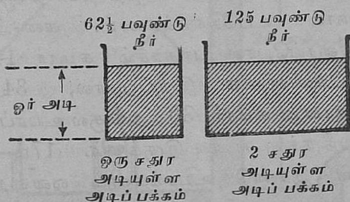
குறுக்குவெட்டுத் தோற்றம் - cross-section.

முந்திய பத்தியில் வர்ணிக்கப்பட்ட தோற்றங்களைப் பற்றிய கவனக் குறிப்புக்களை முறைபடக் கூறுவதற்கு அழுத்தம் என்னும் மனக்கோள் சௌகரியமாக இருந்திருக்கிறது. இந்த மனக்கோள் தினசரி அனுபவத்திலிருந்தே பிறந்தது என்பது நிச்சயம். ஓர் ஏனத்தின் அடியிலுள்ள துளையில் ஒரு தக்கையைச் செருகியோ, அல்லது அதன் மீது கையை வைத்து அழுத்தியோ, அந்தத் துவாரத்தின் வழியாகத் திரவம் வெளியே வராமல் தடுக்க முயன்ருல், அந்தத் திரவத்தின் உந்து-விசை அல்லது தள்ளு விசை தெளிவாகத் தெரியும். ஏனத்திலுள்ள திரவத்தின் எடைதான் இந்த உந்து-விசைக்குக் காரணம். இது திரவத்தின் ஆழத்தையும், அதன் அடர்த்தியையும், துளையின் அளவையும் பொறுத்திருக்கிறது என்று காட்ட முடியும். திரவம் அடங்கிய ஓர் ஏனத்தின் அடிப் பக்கத்தில் வெவ்வேறு அளவுள்ள இரண்டு துண்டுகளை இட்டால், உந்து-விசை அல்லது விசை பெரிய துளையில் அதிகமாக இருக்கும். ஆனல், அந்த விசைகளை அவற்றுக்குரிய பரப்புக்களால் வகுத்தால் கிடைக்கும் ஈவு சமமாகவே இருக்கும். அலகுப் பரப்பளவின் மீது உறைக்கும் விசையை **அழுத்தம்** என்று சொல்கிறேம். அழுத்தம் என்பது திரவத்தின் அடர்த்தியையும் ஏனத்திலுள்ள துளை நீரின் மேல்மட்டத்திலிருந்து எவ்வளவு தூரம் கீழாக இருக்கிறது என்பதையும் மட்டுமே பொறுத்திருக்கிறது. ஆகவே, ஒரு துளையிலிருந்து வெளிவரும் உந்து-விசை அந்தத் துளையின் அளவைப் பொறுத்ததாக இருந்தபோதிலும், ஏனத்தின் அடிப்

அழுத்தம் - pressure. தக்கை - cork. உந்துவிசை - thrust. தள்ளு விசை - push. எடை - weight. விசை - force. அலகுப் பரப்பளவு - unit area.

பக்கத்தின் மீதுள்ள அழுத்தம் அவ்விடத்தில் எங்கும் சமமாகவே இருக்கும்.

ஒவ்வொன்றும் 1 அடி ஆழமுள்ள நீர் நிரம்பியதாயும், அடிப் பரப்பு முறையே 1 சதுர அடியும், 2 சதுர அடியும் உள்ளவைகளாயும் இருக்கும் இரண்டு ஏனங்கள் இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம். (பக்கம் 19). நீரின் எடை கன அடிக்குச் சுமார் $62\frac{1}{2}$ பவுண்டாக இருப்பதால், முதல் ஏனத்தில் $62\frac{1}{2}$ பவுண்டு நீரும், இரண்டாவது ஏனத்தில்



படம் 19. நீர் உள்ள இரண்டு ஏனங்களின் குறுக்கு-வெட்டுத் தோற்றம். ஒவ்வோர் ஏனத்தின் அடிப் பக்கத்தின் மீதும் உறைக்கும் மொத்த விசை வித்தியாசமாக இருந்த போதிலும், இரண்டு ஏனங்களின் அடிப் பக்கத்திலும் உள்ள அழுத்தம் சமமாகவே இருக்கும்.

125 பவுண்டு நீரும் இருக்கவேண்டும். செங்குத்தான பக்கங்களையுடைய அப்பேர்ப்பட்ட ஏனங்களில், ஒவ்வோர் ஏனத்தின் அப்புறத்தின் மீதும் அதைக் கீழ் நோக்கித் தள்ளும் விசை அதிலுள்ள நீரின் எடைக்குச் சமமாக இருக்கும். ஆனால், அடிப் பக்கத்தின் மீதுள்ள அழுத்தமோ பரப்பளவால் வகுக்கப்படும் விசை. இது இரண்டு ஏனங்களிலும் ஒன்றுபோலச் சதுர அடிக்கு $62\frac{1}{2}$ பவுண்டாகத்தான் இருக்கும். ஓர் ஏனத்தில் உள்ள நீரின் அளவு என்னவாக இருந்தபோதிலும், அந்த ஏனத்தின் வடிவம் எத்தகையதாக இருந்தபோதிலும், அதைப் பற்றி

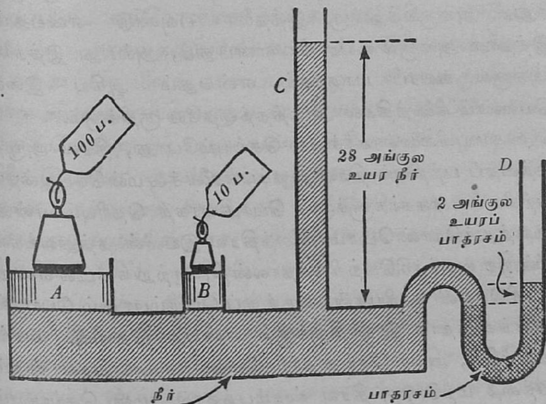
அக்கறையில்லை; 1 அடி நீரால் செலுத்தப்படும் அழுத்தம் எப்போதும் சதுர அடிக்கு $62\frac{1}{2}$ பவுண்டாக இருக்கும் என்பதே இதிலிருந்து பெறப்படும் முக்கியமான பொதுக் கூற்று. ஆகவே நீரின் ஆழத்தைக் குறிப்பிட்டால், அதன் மூலம் ஓர் அழுத்தத்தைக் குறிப்பிடலாம்; 34 அடி ஆழமுள்ள நீர் அழுத்தம் என்பதும் சதுர அடிக்கு $34 \times 62\frac{1}{2}$ பவுண்டு, அதாவது 2,125 பவுண்டு அழுத்தம் என்பதும் சமம்.

இதைப் போலவே வேறு எந்தத் திரவத்தை வேண்டுமானாலும் நாம் உபயோகிக்கலாம். கன-அளவுக்குக் கன-அளவு நீரைப்போல் பாதரசம் சுமார் 14 மடங்கு அதிக எடையுள்ளதாக இருப்பதால், 34 அடியில் $\frac{1}{14}$ பங்கு, அதாவது சுமார் 30 அங்குல உயரப் பாதரசம் 34 அடி உயர நீருக்கு ஈடாக இருக்கும். 17ம் படத்தில் காணும் நீரின் இரண்டு உயரங்களும் ஒன்றையொன்று சமன் செய்வதாகக் கருதலாம்; ஏனென்றால், ஒவ்வோர் ஏனத்தின் அடிப் பக்கத்திலும் உறைக்கும் அழுத்தங்களும் ஒன்றுக்கொன்று சமமாகவே இருக்கின்றன. ஆதலால் நீரின் திரவ ஸ்தம்பம் அதைப்போல் $\frac{1}{14}$ பங்கு உயரமே உள்ள பாதரச ஸ்தம்பத்தினால், சமன்செய்யப்படுகிறது என்பதில் யாதொரு ஆச்சரியமும் இல்லை(படம் 18).

20ம் படம் ஓர் ஆய்கருவியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். திரவ அழுத்தத்தை அளப்பதற்குரிய வெவ்வேறு வித முறைகள் அதில் சித்திரித்துக் காட்டப்பட்டுள்ளன. A யும் B யும் இறுகப் பொருந்திய பிஸ்டன்கள்; எளிதாக இயங்கும்பொருட்டு நன்கு உயவெண்ணெய் இடப்பட்டவை. C யும் D யும் காற்றில் திறந்த குழாய்கள்; முந்தியதில் நீரும், பிந்தியதில் திரவநிலையிலுள்ள பாதரசமும்

பிஸ்டன் – piston. உயவெண்ணெய் - lubricating oil.

இருக்கின்றன. இந்த ஏற்பாடு முழுவதும் சமநிலையில் இருக்கும்போது, 100 சதுர அங்குலப் பரப்பளவுள்ள பிஸ்டனின்மீது வைத்த 100 பவுண்டு எடையானது 10 சதுர அங்குலப் பரப்பளவுள்ள பிஸ்டனின்மீது வைத்த 10 பவுண்டு எடையைச் சமன் செய்யும். (100 பவுண்டு



படம் 20. அழுத்தத்தைக் குறிப்பதற்குரிய வெவ்வேறு வகைகளைச் சித்திரிக்கும் வரிப்படம். A என்னும் பிஸ்டனின் பரப்பளவு 100 சதுர அங்குலம்; B என்னும் பிஸ்டனின் பரப்பளவு 10 சதுர அங்குலம்; ஆகவே ஒவ்வொன்றிலும் அழுத்தம் சதுர அங்குலத்திற்கு 1 பவுண்டாக இருக்கிறது. இது சுமார் 28 அங்குல உயர நீருக்கும் சுமார் 2 அங்குல உயரப் பாதரசத்துக்கும் சமம்.

எடையை இப்படி 10 பவுண்டு எடையால் சமன்செய்யக் கூடும் என்னும் உண்மை வாசகர்களுக்கு ஆச்சரியமாயிருந்தால், அவரோ அவளோ நெடுங்காலமாக 'நிலைத்திரவ விபரீதம்' என்று இது வழங்கப்பட்டு வந்திருக்கிறது என்பதைத் தெரிந்து சிறிது மனவமைதி அடையலாம்.)

நிலைத்திரவ விபரீதம் - Hydrostatic paradox.

இவ்விரண்டிலும் அழுத்தம் சதுர- அங்குலத்துக்கு 1 பவுண்டாகவே இருக்கிறது. மேலும், படத்தில் காட்டியபடி, சுமார் 28 அங்குல உயரமுள்ள ஒரு திரவ ஸ்தம்பமும், சுமார் 2 அங்குல உயரமுள்ள பாதரச ஸ்தம்பமும் சம-அளவுள்ள அழுத்தமே உடையவையா யிருக்கும். சதுர அங்குலத்துக்கு இத்தனை பவுண்டு என்பதும், இத்தனை அங்குல உயர நீர் என்பதும், அல்லது இத்தனை அங்குல உயரப் பாதரசம் என்பதும் ஆகிய இவை யெல்லாம் நிலைத்திரவ அழுத்தத்தையே குறிக்கும்.

வாயுவியலைச் சர்ச்சை செய்யும்போது, திரவ அழுத்தத்தைப் பற்றியும் திரவ ஸ்தம்பங்களைச் சமன்செய்வதைப் பற்றியும் வாசகர்களுக்குப் பொதுவாகத் தெரியும் என்று வைத்துக்கொண்டோம். நிலைத்திரவ இயலின் தத்துவங்கள் நன்ருக வளர்ச்சிபெற்றிருந்தாலன்றி, காற்றுக் கடல் என்று டாரிசெல்லி கூறியதன் கருத்துப் பெரும்பாலும் பொருள் விளங்காததாக இருந்திருக்கும் என்பது தெளிவு. வாஸ்தவத்தில், அவர் செய்த காரியமெல்லாம் ஒரு திரவ ஸ்தம்பத்தை மற்ருெரு திரவ ஸ்தம்பத்தால் சமன் செய்யலாம் என்னும் நிலைத்திரவ - இயல் கருத்தைக் காற்று என்னும் மற்ருெரு பாய்பொருளுக்கும் பொருத்திப் பயன்படுத்தியதேயாகும். ஏனென்ருல், நீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தின் மூலமாக நீரின் அழுத்தத்தைக் கண்ணுல் நேரில் காண முடிவது போல், காற்றின் அழுத்தத்தையும் ஒரு காற்று ஸ்தப்பத்தின் உயரத்தின் மூலமாக **எண்ணிப்** பார்க்க முடியும்.

ஆனபோதிலும், இயந்திர-இயலில் சம-நிலையிலுள்ள பொருள்களைப் பற்றிக் கூறும் பகுதியான நிலைத்திரவ-இயலானது ஒரு பரிசோதனை விஞ்ஞானமாக வளரவில்லை என்னும் உண்மையை நாம் இங்கே கவனிக்க வேண்டும்.

அக்காலத்தில் கவனித்துக் குறிக்கப்பட்ட தோற்றங்கள் இருக்கத்தான் செய்தன. ஆனால், (பை-டி-டோம் பரிசோதனையைப் பாஸ்கல் பயன்படுத்தியதைப் போல்) இவைகளும் அந்தக் கோட்பாட்டைச் சோதிப்பதற்கு உரியவை என்று மட்டுமோ, அல்லது விவேக ரீதியான அடிப்படை எடுகோள்கள் என்று மட்டுமோ மதிக்கப் பட்டன. சாசுவத-இயக்கம் நடவாக் காரியம் என்பதைப் போன்று மீள மீளக் காணப்படும் ஒரு விவாத முறையை இந்த அனுமான வகைக்கு உதாரணமாகக் குறிப்பிடலாம். இது ஸ்டேவின் அடிக்கடி பயன்படுத்திவந்த விவாத முறை. **நிலை-இயலின் நான்காம் புத்தகம்** என்னும் நூலில் முதல் தேற்றத்தை நிரூபித்துக் காட்டும்போது, ஸ்டேவின் சொல்லும் வழக்கின் சாராம்சம் பின்வருமாறு: 'ஓர் ஏனத்திலுள்ள நீரில் குறிப்பிடப்பட்ட எந்தப் பகுதியும் "விரும்பிய எந்த நிலையிலும் மாறாமல் இருந்துவருகிறது;" அப்படி இல்லாவிட்டால், அந்த நீர் சாசுவதமாக இயங்கிக் கொண்டே இருக்கவேண்டும்; அப்படிச் சொல்வதோ தவறாகும்.' இப்படிப்பட்ட ஒரு வழக்கின் மூலமாகத்தான் இந்தத் தோற்றத்தை முதன் முதலில் நிலைநாட்டினார்கள், பிறகு, இதை மற்ற நிரூபண வாக்கியங்களுக்கு ஆதாரமாக உபயோகப்படுத்தினார்கள்.

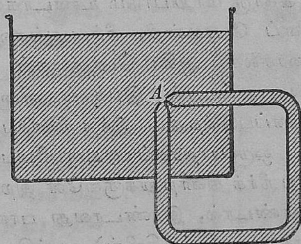
சாசுவத-இயக்கம் என்பது ஒரு நடவாத காரியம் என்னும் ஒப்புக்கோளை வழக்கில் பயன்படுத்துவதற்கு உதாரணமாக, நிலைத்திரவ-இயல் துறையில் இதைவிட நவீனமான ஓர் உபயோகத்தைப் பரிசிலனை செய்வோம். ஒரு திரவத்தின் மேல் மட்டத்துக்குக் கீழே உள்ள அழுத்தம் எல்லாத் திசைகளிலும் சமமாக இருக்கும்

சாசுவத-இயக்கம் - perpetual motion. நிலை-இயலின் நான்காம் புத்தகம் - *Fourth Book of Statics*. தேற்றம் - theorem.

என்பது ஒரு தத்துவம். மேற்கூறிய வழக்கை உபயோகித்து அந்தத் தத்துவத்தை எப்படி நிலைநாட்ட முடிகிறது என்று பார்ப்போம். திரவத்தின் மேல் மட்டத்துக்குக் கீழே A என்னும் ஒரு புள்ளி இருப்பதாக வைத்துக் கொள்வோம் (படம் 21). இதைத் தவிர, கிடைப்போக்காக ஒன்றும் செங்குத்தாக மேல்நோக்கி மற்றொன்றுமாக இரண்டு மெல்லிய குழாய்கள் இருப்பதாகவும், நாம் கவனிக்க வேண்டிய திரவம் அவற்றில் நிரம்பியிருப்பதாகவும், 21ம் படத்தில் காட்டியபடி அவை இணைந்து செருகப்பட்டிருப்பதாகவும் வைத்துக்கொள்வோம். வலதுபுறமாக உறைக்கும் அழுத்தம் கீழ்ப்புறமாக உறைக்கும் அழுத்தத்தைக் காட்டிலும் அதிகமாகவோ குறைவாகவோ இருக்குமானால், திரவம் குழாயின் வழியாகச் சுற்றிச்சுற்றி ஓடிவரும். ஆனால், இது சாசுவத-இயக்கம் ஆகும்; ஒப்புக்கோளின்படியோ இது நடவாத காரியம்; ஆதலால், கீழ்ப்புறமாகவும் வலதுபுறமாகவும் உறைக்கும் அழுத்தங்கள் சமமாகவே இருந்தாகவேண்டும். (அந்தக் குழாய்களை எந்தத் திசையை நோக்கி வைத்தாலும் இதே வழக்கைப் பயன்படுத்த முடியும்.)

இங்கே கொடுத்துள்ள உதாரணம் விவாதத்தை எளிமையாக்கியும், நவீனச் சொல் வழக்கிலும் கூறப்பட்டிருக்கிறது. ஆயினும் அது இயந்திர-இயல் பிரச்சினைகளின் ஆதி-ஆராய்ச்சியாளர்கள் பயன்படுத்திய ஊகமுறை அனுமானத்தை அனேகமாக உள்ளது உள்ளவாறே காட்டுகிறது. ஒரு திரவத்தினுள் நிறுக்கப்படும் கட்டிப் பொருளானது சம-கன-அளவுள்ள திரவத்தின் எடையளவில் எடை குறைந்து போகும் என்னும் ஆர்க்கிமீடீஸின் தத்துவத்தை இதைப் போன்ற அனுமான முறைகளை உபயோகித்து நிலைநாட்டலாம். இந்த வழக்குக்களெல்லாம் ஆதர்சத் திரவங்

களுக்கு, அதாவது வழக்குக்கு அவசியமாக உள்ள பாவனைகள் எல்லாம் முற்றும் பொருந்தக்கூடிய நிலைகளி லுள்ள திரவங்களுக்கு மட்டுமே, பயன்படும் என்பதைத் தெரிந்துகொள்வது முக்கியம். அழுத்த மாறுபாட்டுக்கு ஏற்றபடி இயக்கம் என்னும் பிரதிவினை விரைவாகத் தோன்றுவது இந்நிலைகளில் ஒன்று என்பது தெளிவு. திரவம் முழுவதிலும் ஓர் அலகு-கன-அளவுக்கு ஒரே சீரான எடை (அடர்த்தி) இருப்பது மற்றொன்று. முதலாவது பாவனையை முதலில் கவனிப்போம். 17ம் படத்தில் காணும் இருபுய ஆய்கருவியின் ஒரு பக்கத்தில் நீருக்குப் பதிலாக மணலைச் சொரிந்தால் இரு புயங்களிலும் உயரம் (சமமாய் இராமல்) வித்தியாசப்படும் என்பது தெளிவு. மணல் பிடித்துக்கொள்ளும் என்று நாம் சொல்வோம். ஓர் ஆயுட்காலம்வரை வைத்திருந்தாலும் அது 'சமநிலையை' அடையப்போவதில்லை. இதைப் போலவே, குளிர்ந்த வெல்லப் பாகிலிருந்து கிடைக்கும் முடிவும் பரிசோதனை நேரத்தில் பெரும்பான்மை நேரமும் ஒழுங்கில்லாமல் இருக்கும். நிலைத் திரவச் சமநிலையி



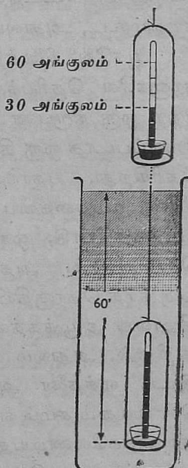
படம் 21. திரவம் அடங்கிய ஓர் ஏனத்தின் குறுக்கு - வெட்டுத் தோற்றம். A என்னும் புள்ளியிலிருந்து ஒரு குழாய் செங்குத்தாகக் கீழ் நோக்கி ஏனத்தின் அடிவழியாகச் சென்று, மீண்டும் அதன் பக்கத்தின் வழியாகச் சுற்றிவந்து சேருகிறது.

ஆதர்சத் திரவம் – ideal liquid. பாவனை - assumption. பிரதிவினை - response. அலகு கனஅளவு - unit volume. ஒரேசீரான - uniform. ஆய்கருவி - apparatus. நிலைத்திரவச் சமநிலை - hydrostatic equilibrium.

ுள்ள பொருள்களைச் சோதிப்பதற்குத் தேவையாக உள்ள பிரதிவினையை மேலே குறித்த இந்த இரண்டு பொருள்களிலும் இருவகைப் பரிசோதனையின் மூலமாகப் பெற முடியாது. (இன்னும் சிறிது மணலையோ இன்னும் சிறிது வெல்லப் பாகையோ சொரிந்து) அந்த இரண்டு பரப்புக்களில் ஏதாவதொன்றின்மீது உள்ள அழுத்தத்தைச் சிறிது மாறுபடுத்தினால், அப்போதும் விரைவில் யாதொரு மாறுபாடும் உண்டாகாது. ஆனால் இப்பொருள்களைப் போலன்றி, நீர். ஆல்கஹால், பாதரசம். உப்புக் கரைசல்கள் ஆகிய பொருள்கள் எல்லாவற்றிலும் அழுத்த வேறுபாட்டால் இயக்கம் விரைவில் உண்டாகும் நிலை காணப்படுகிறது. இந்த நிலையே நமக்குத் தேவையானது.

ஒரு பாதரசப் பாரமானியை (படம் 22) ஓர் ஆழமான தூய நீர்க் கிணற்றுக்குள்ளே இறக்கியிருப்பதாக வைத்துக் கொண்டால், இரண்டாவது பாவனையின் (அதாவது ஒரே சீரான அடர்த்தியின்) முக்கியத்துவத்தை விளக்கலாம். நிலைத்திரவ அழுத்தத்தை அளப்பதற்கேற்ற கருவியாக இந்தப் பாரமானி உதவுகிறது. நீர்ப் பரப்பின் மேல்மட்டத்தின் வாயுமண்டல அழுத்தம் மட்டுமே பாதரச ஸ்தம்பத்தை (இது 30 அங்குலம் என்று வைத்துக்கொள்வோம்) தூக்கிப் பிடித்துக் கொண்டிருக்கிறது. ஆப்கருவியைத் தாழ்த்தும்போது, நிலைத்திரவ அழுத்தமும் அதோடுகூடச் சேர்கிறது. மேல்மட்டத்திலிருந்து சுமார் 34 அடி ஆழத்தில் அந்த அழுத்தம் வாயுமண்டல அழுத்தத்துக்குச் சுமார் இரு மடங்காக இருக்கும். (நீர்ப் பாரமானியில் உள்ள நீர் ஸ்தம்பத்தின் உயரம் 34 அடி என்பது நினைவிருக்கிறதல்லவா?) ஆகையால், இந்த இடத்தில் பாதரச அளவீடு சுமார் 60 அங்குல உயரப் பாதரசமாக இருக்கும். 68 அடிக்குக் கீழே (பாரமானிக் குழாய் போதிய

நீளமுள்ளதாக இருந்தால்) பாதரசம் சுமார் 90 அங்குல மாக உயர்ந்துவிடும். வேண்டுமென்றே நான் தோராயமான எண்களைக் கொடுத்திருக்கிறேன். இன்னும் திருத்தமான எண்கள் வேண்டியிருந்தால், கிணற்று நீர் முழுதும் ஒரே சீரான அடர்த்தி யுள்ளதாக இருந்தால், சம கன-அளவுள்ள நீர், பாதரசம் ஆகிய வற்றின் ஒப்பு - எடைகளையும், அவைகளின் ஒப்பு-அடர்த்திகளை யும் தெரிந்து கொண்டால் போதும். உஷ்ணநிலை ஒரே சீராக இருந்தால், இந்த நிபந்தனை தோரா யமாகச் சரியாருக்கும். அப்படி இல்லாவிட்டால், சமுத்திரத்தில் இருப்பது போல் சிறிது சிறிது வித்தியாசப்படும் அடர்த்திகளை யுடைய வெவ்வேறு திரவ அடுக் குக்கள் இருந்து கொண்டிருக்கும். ஏனென்றால், நீரின் அடர்த்தி அதன் உஷ்ண நிலையைப் பொறுத் திருக்கிறது, அல்லவா? நம்முடைய பகுத்தாராய்வை மேலும் நிகழ்த்துவதாயிருந்தால், ஓர் ஆழ மான கிணறு முழுவதிலும் உஷ்ணநிலை மாறுமலிருந்தாலும்கூட, இப்போது வேறொரு சிக்கல் இருக்கிறது. ஆழமாகச் செல்லச்



படம் 22. நீருக்குள் இறங்கும்போது அழுத்தம் அதிகமாவதைச் சித்திரிக்கும் வரிப் படம். ஒரு கிணற்றுக் குள் ஒரு பாரமானியை இறக்கினுல், இறங்க இறங்க 34 அடிக்கு 30 அங்குலம் வீதம் பாரமானி உயரும்.

ஒப்பு-எடை - relative weight. ஒப்பு-அடர்த்தி - relati. density.
பகுத்தாராய்ச்சி - analysis.

செல்ல, நீரின் அழுத்தம் சிறிது சிறிதாக அதிகமாகிக் கொண்டே வருகிறது ; ஏனென்றால், காற்றோடு ஒப்பிடும் போது நீர் கிட்டத்தட்ட அழுந்தாப் பொருளாக இருந் தாலும்கூட, அதுவும் சிறிது அழுந்தக்கூடியதுதான்.

ஆகவே, நிலைத்திரவ-இயல் துறையில் இதன் உண்மை தானாகவே தெரியக்கூடியது என்று நாம் நினைப்பதற்கு ஏற்ற ஒரு நிரூபண வாக்கியம் நிஜமாக எவ்விடத்திலுமே காணப்படாத ஒரு திரவத்துக்கு மட்டும் பொருந்துவதாகத் தெரிகிறது. யதார்த்தத்தில், மாறுத உஷ்ணநிலையிலுள்ள நீரின் நடத்தையை நம்முடைய கற்பனைத் திரவத்தின் நடத்தையோடு, ஓரளவு தோராயமாக, ஈடாக வைத்துக் கொள்ளலாம். அதாவது (மாறுத உஷ்ணநிலையிலுள்ள) ஒரு நீர்த் தொகுதியின் மேல்மட்டத்துக்குக் கீழே ஓரிடத் திலுள்ள அழுத்தத்தை இத்தனை அங்குல உயர நீர் என்று கூறினால், அதுவும் நீரின் மட்டத்துக்குக் கீழே அந்த இடம் எத்தனை அங்குல தூரத்தில் இருக்கிறது என்று சொல்வதும் சமம் என்று சொல்லலாம். ஆயினும், இதில் கவனிக்கவேண்டியது ஒன்றுண்டு. 'உண்மை' கிட்டத் தட்டத் தானாகவே தோன்றும் ஒரு நிரூபண வாக்கியம் என்றோ, அல்லது நிலைத்திரவ அழுத்தத்தின் வரையறை என்றோ நாம் நினைப்பதானது, உண்மையில், ஓர் ஆதர்சத் திரவத்தின், அதாவது அந்த நிலைத்திரவ அழுத்தத்தால் பாதிக்கப்படாத அடர்த்தியையுடைய ஒரு திரவத்தின், வரையறையாகக் கிட்டத்தட்ட ஆகிவிடுகிறது.

ஆகவே, ஜியோமிதி அனுமான முறைப்படி நிலைநாட் டக்கூடிய நிலைத்திரவ இயலின் தத்துவங்கள் சிற்சில ஒப்புக் கோள்களால் வரையறுக்கப்பட்ட திரவத்தைப் பற்றிய

உண்மை தானாகவே தெரியக் கூடியது - self-evident. மாறுத - constant (நிலையான). கற்பனைத் திரவம் – imaginary liquid.

தத்துவங்களாகக் காணப்படுகின்றன. வாஸ்தவத்தில், நடைமுறையில் மாருத உஷ்ணநிலையிலுள்ள பல திரவங்களின் நடத்தையானது ஓர் ஆதர்சத் திரவம் இன்னவாறு தான் நடக்கவேண்டும் என்று நாம் வைத்துக்கொண்ட ஒப்புக்கோளை அனேகமாக ஒத்திருக்கிறது. நீரின் அமுங்கு தன்மையையோ நீரின் உப்புக் கரைசல்களின் (கடல் நீரின்) அமுங்கு தன்மையையோ பெரும்பான்மைக் காரியங்களில் கவனிக்காமல் விட்டுவிடலாம். மாறுபடும் உஷ்ண நிலையால் நீரின் அடர்த்தியிலும் அதைப் போன்ற திரவங்களின் அடர்த்தியிலும் ஏற்படும் சிறிய மாறுபாடுகளையும் அவ்வாறே விட்டுவிடலாம். சுமார் 10,000 அடி ஆழம் வரையிலும் முழுதும் ஒரே சீரான அடர்த்தி இருப்பதாகப் பாவித்துக்கொண்டதால் ஏற்படும் பிழை எவ்வளவு என்று கணக்கிடுவதற்குச் சென்ற நூற்றாண்டில் திரட்டிய சில எடுகோள்கள் உதவுகின்றன. அப்பிழை மிகச் சிறிது, அதாவது 2 சதவிகிதத்துக்கும் குறைவு என்றே ஏற்படுகிறது. பின்னர்ச் செய்யப்பட்ட ஜாக்கிரதையான பரிசோதனைகளால் தெரியவந்த சில உண்மைகளைப் பதினாறும் பதினேழாம் நூற்றாண்டு எழுத்தாளர்கள் கவலையின்றி, லக்ஷியம் செய்யாமல் விட்டுவிட்டார்கள். அப்படிச் செய்ததால், **நடைமுறைக் காரியங்களை ஒட்டிய மட்டில்** அவர்களுக்கு அதிகத் தவறு ஏற்பட்டுவிடவில்லை.

கிணற்றில் இறக்கிய பாரமானியைக் கொண்டோ அல்லது ஓர் ஆழமான ஏரியில் உள்ள பாரமானியைக் கொண்டோ (இதுவே சிறந்தது) கற்பனையாக நாம் செய்த பரிசோதனையை நாம் மீண்டும் கவனிப்போம். இத்தனை அங்குல உயரமுள்ள பாதரசம் என்று அளவிடப்பட்ட அமுக்கத்தை இத்தனை அடி உயரமுள்ள நன்னீரின்

நடைமுறைக் காரியங்களை ஒட்டிய மட்டில் - for practical purposes.

அழுத்தம் என்று மாற்றுவதற்கு, நாம் கவனிக்கும் உஷ்ண நிலையில் உள்ள பாதரசத்துக்கும் நீருக்கும் உள்ள ஒப்பு அடர்த்தியாலும் ஓர் அடியில் அடங்கிய அங்குலங்களின் எண்ணாலும் அந்த அழுத்தத்தைப் பெருக்கவேண்டும். 34 அடி ஆழம் பாதரச ஸ்தம்பத்தைச் சுமார் 30 அங்குலம் உயர்த்தும் என்று நாம் முன்னமே குறித்தபோது, இந்தக் காரியத்தைத்தான் நாம் செய்தோம். நிலைத் திவா அழுத்தத்தை இவ்வாறு கணித்துக் குறித்து (திரவத்தின் அடர்த்தி மாறுபாடுகளுக்கு இணங்கத் திருத்தங்களைத் தக்கபடி செய்தால்), மேல் மட்டத்துக்கு அடியிலுள்ள ஆழத்தை மிகத் திருத்தமாக அளக்கக்கூடும் என்பது தெளிவு. ஆயினும், முழுதும் ஒரே நிலையான அடர்த்தியுள்ள நம்முடைய ஆதர்சத் திரவத்துக்குப் பொருத்தமாகக் காணப்படும் அடிப்படை உறவு ஜாக்கிரதையாகக் குறிக்கப்பட்ட அளவீடுகளின் முடிவுகளைப் பொறுத்ததாக இல்லை என்பது கவனிக்கவேண்டிய விஷயம்.

இத்தனை அடி என்று கூறிய ஆழமும், இத்தனை அடி உயர நீர் என்று கணக்கிட்டுக் கூறிய அழுத்தமும் ஒன்றுக்கொன்று எவ்வளவு நெருங்கிய ஒற்றுமையுடையவை என்பதைப் பரிசோதனையால் நிலைநாட்ட முயன்றால் அது வெறுமனே நேரத்தை வீணாக்குவதாகும். உதாரணமாக, ஒருவன் தன் பாரமானியைக் கிணற்றுக்குள்ளே இறக்கி இந்தக் காரியத்தைச் செய்ய முயன்றால், அழுத்தம் அதிகமாகும்போது நீரின் அடர்த்தியில் ஏற்பட்டுவரும் மாறுபாட்டை அளப்பதற்கு அவன் மிகவும் மறைமுகமான வழியையே பின்பற்றுபவனாக ஆகிவிடுகிறான். நீரின் அமுந்து தன்மையை அளக்கும் மற்ற வழிகளைக் கவனித்தால், நிலைத்திரவ அழுத்தத்தைப் பாதரசத்தின் கிட்டத்

மறைமுகமான - indirect.

தட்ட ஆயிரத்தில் ஒரு அங்குலம்வரை திருத்தமாகப் பதிவு செய்யவல்ல மிக நுட்பமான கருவிகளைத் துணைகொள்ள வேண்டும் என்றும், மிகப் பாடுபட்டுப் பரிசோதனைகளை வகுக்கவேண்டும் என்றும் நமக்கு நிச்சயமாகத் தெரிகிறது. அப்படிச் செய்ய முடியும். ஆனால், அமுத்தமானியிலுள்ள பாதரச ஸ்தம்பத்தின் உயரத்துக்கும் நீர்மட்டத்துக்குக் கீழுள்ள ஆழத்துக்கும் உள்ள தோராயமான உறவை நாம் ஊகித்தறியுமாறு, நிலைத்திரவ-இயலின் தத்துவங்களைப் பற்றிய யாதொன்றையும் அந்தக் காரியம் நமக்குத் தெளிவாக விளக்காது. அந்தக் காரியத்தில் காணப்படும் மாறிகளை—அதாவது உஷ்ணநிலை, அமுத்தம் ஆகியவற்றின் மாறுபாட்டால் நீரிலும் பாதரசத்திலும் ஏற்படும் அடர்த்தி மாறுபாடுகளை—நேர்முகமான முறைகளால் இதைவிட மிகமிக எளிதாக அளவிட முடியும்.

அப்படியானால், நிலைத்திரவ - இயலின் தத்துவங்களுக்குப் பரிசோதனை முறைப்படி ஆதாரமே கிடையாது என்றும், மனம் கொண்டபடி அமைத்துக்கொண்ட ஒப்புக்கோள்களைத் தர்க்க ரீதியில் கையாளுவதின் விளைவுகளே அவை என்றும் சொல்லக்கூடிய ஒரு நிலைக்கு நாம் வந்து விட்டோமா? அப்படி வரவில்லை என்பது வெளிப்படை. நீர் தன் சுய மட்டத்தை நாடும் என்பதைப் போன்ற பண்பியல் கவனக்குறிப்புக்களில் அடங்கிய தோராய அளவுகள்தாம் அடிப்படையான எடுகோள்கள் என்பதில் சந்தேகமில்லை. 17ம் படத்தில் காட்டிய இருபுய ஏனத்தில் வைத்தபோதும் ஒரு நியாயமானநேரத்துக்குள், சமநிலைக்கு வராமலிருக்கும் பொருள்களைத் திரவங்கள் என்னும் பாகுபாட்டில் நாம் சேர்ப்பதில்லை. அப்படிச் சமநிலைக்கு

அமுத்தமானி - pressure gauge. நேர்முகமான - direct. இருபுய - two-armed. பாகுபாடு - classification.

வரக்கூடிய பொருள்களின் விஷயத்தில், பரிசோதனைகளால் சோதிக்கக்கூடிய சிற்சில தேற்றங்களை அவைகளுக்கு ஏற்றபடி அமைக்க முடியும். அளவுகளை மிகமிக நுட்பமாகக் குறித்தால், சில கணக்கு வித்தியாசங்கள் காணப்படு கின்றன. திரவங்களைப் பற்றிய வேறு சில தேற்றங்களையும் (உதாரணமாக, உஷ்ணநிலையின் மாறுபாட்டால் திரவங்கள் அடர்த்தியில் மாறுபடுகின்றன என்பது) அவைகளையும் ஒன்றோடொன்று சம்பந்தப்படுத்தலாம். நிலைத்திரவ - இயல் தத்துவங்களை நாம் படிப்படியாக வளர்க்கும்போது, ஆதர்சத் திரவத்தை ஒட்டிய நம்முடைய ஒப்புக்கோள் களில் அடங்கிய அம்சங்களைத் தவிர மற்றவைகளை எல்லாம் ஒதுக்கிவிடவேண்டும். உதாரணமாக, 20ம் படத்தைப் பார்த்தால், அதில் பிஸ்டனின் உராய்வை ஒதுக்கிவிடு கிறோம்; நீர் ஸ்தம்பத்தைக் கொண்ட நீண்ட குழாயில் நீரின்மீது குழாயின் பக்கம் செலுத்தும் கவர்ச்சியையும் (மிகக் குறுகிய துளையுள்ள குழாய்களில் மிகவும் அதிக மாகக் காணப்படும் தந்துகிக் கவர்ச்சியையும்) ஒதுக்கி விடுகிறோம்.

சுருங்கக் கூறின், கற்பனைப் பரிசோதனைகளையும் தர்க்கமுறை வழக்குக்களையும் உபயோகித்து, நாம் சில தத்துவங்களை அமைக்கிறோம்; அவற்றிலிருந்து சில ஊகங் களைப் பெறுகிறோம்; அவை யாவும் நிஜத் திரவங்களின் நடத் தைக்குத் தோராயமாகச் சமமாக இருக்கின்றன. இயந்திர-இயலின் இந்தத் துறையை முதன்முதலாக வளர்த்தவர்கள் இப்படிச் செய்ததால், அவர்களை இந்நாளையக் கோட் பாட்டுப் பௌதிகர்களின் முன்னோர்கள் என்று கருத வேண்டும். அவர்களும் ஜியோமிதி நிபுணர்களைப்போல்

உராய்வு - friction. **கவர்ச்சி** - attraction. **குறுகிய துளையுள்ள குழாய்** - narrow tube. **தந்துகிக் கவர்ச்சி** - capillary attraction.

வழக்குப் பேசினார்கள். ஆனால், பரிசோதனையாளர்கள் மேன்மேலும் அக்கறைகொள்ள வேண்டியிருந்த தோற்றங்களுக்குக் கணித விற்பன்னர்கள் உபயோகிக்கும் சிந்தனை முறையை அவர்கள் உபயோகித்தார்கள். அளவு கடந்த சக்தி வாய்ந்த அறிவுக் கருவிகளை அப்பேர்ப்பட்ட செயல் முறைகள் அளித்தன என்பது மேலே கூறிய எளிய உதாரணத்திலிருந்து நமக்குத் தெளிவாகத் தெரிகிறது. பௌதிகப் பிரச்சினைகள் மேன்மேலும் பின்னிச் சிக்கலாகி வந்தபடியால், நூதன வகைக் கணிதங்களைப் புதிதாக அமைக்கவேண்டியிருந்தது. விஞ்ஞானம் அபிவிருத்தி அடைந்தபோது, தேவையாயிருந்த அடிப்படையான எடுகோள்களைச் சாதாரண அனுபவங்களிருந்து பெற முடியவில்லை; அளவியல் பரிசோதனைகளின் விளைவுகளின் மூலமாகவே அவைகளைப் பெறவேண்டியிருந்தது. ஆதலால், அளவுகளை மிகவும் திருத்தமாகக் குறிக்கக்கூடிய நுட்பமான கருவிகளை இவ்வகை ஆராய்ச்சியின் பொருட்டு அமைக்கவேண்டியிருந்தது. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு முதற்கொண்டு, பரிசோதனை வகையும் மீளமீள மடங்கி வருகிறது. சிற்சில அளவியல் எடுகோள்கள் முன்னிலும் மிக்த் திருத்தமாக இருக்கவேண்டும் என்று ஆராய்ச்சியாளர்களில் ஒருவர் இல்லாவிட்டால் மற்றொருவர் விரும்பியதே இதற்கு அடிப்படைக் காரணமாக இருந்தது.

இன்னும் அதிகத் திருத்தம் வேண்டும் என்று சில விஞ்ஞானிகளிடத்தில் காணப்படும் அவா பிறரிடத்திலும் காணப்படுவதுண்டு. அது ரச உணர்ச்சிக்கு ஈடானது. மிகவும் திருத்தமான நிலை எற்படவேண்டும் என்பதை மட்டுமே குறிக்கோளாகக் கொண்டு, அளவியல் பரிசோ

அறிவுக் கருவி - intellectual tool. செயல் முறை - procedure. மீள மீள மடங்கிவருதல் - recur.

தனைகளைச் செய்வதற்கு எத்தனையோ பேர் அரும்பாடு பட்டிருக்கிறார்கள். அவைகளைப் பாரபட்சமில்லாமல் சீர் தூக்கினால், எத்தனையோ வேளைகளில் வீண் முயற்சியே அதிகமாக இருந்திருப்பதையும், இடையிடையே பெரும் பயன் கிடைத்திருப்பதையும் காணலாம். சார்பு-நிலைக் கொள்கைக்குத் தொடங்குதானமாக இருந்த புகழ்பெற்ற மிக்கெல்ஸன்-மார்லி பரிசோதனையை இவ்வகைச் செயலால் விளையக்கூடியது என்ன என்பதற்கு ஓர் உதாரணமாகக் காட்டலாம். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுப் பிற்பகுதியில் ஒரு கருவியைப் புத்தமைப்பாக இயற்றிய செயலும், பாடு பட்டு வகுத்த செயல்முறைகளின் வளர்ச்சியும் ஒன்றாகச் சேர்ந்தன. ஆகையால்தான் அக்கால விஞ்ஞானிகளால் ஒளியின் வேகத்தை மிகமிகத் திருத்தமாக அளக்க முடிந்தது. நிலையாயுள்ள நக்ஷத்திரங்களை ஒட்டிப் பூமியின் புறப்பரப்புக்கு ஓர் ஒப்பு-இயக்கம் இருக்கிறது. அளவு கருவியின் திசையை மாற்றி வைத்தால் அந்த ஒப்பு-இயக்கத்தால் ஒளியின் வேகம் மாறுபடுவதாகத் தோன்றுமா தோன்றாதா என்பது பிரச்சினை. அப்படிப்பட்ட ஓர் அளவு கருவியை அமைத்த பிறகே அதைத் தீர்மானிப்பது சாத்தியமாயிற்று. இவ்வாறு கிடைத்த முடிவுகள் ஐன்ஸ்டைனின் செயலின் மூலமாகப் புரட்சிகரமான சில கருத்துக்கள் கொள்ளப்படுவதற்குக் காரணமாயிருந்தன. ஆனபோதிலும், புரிந்துகொள்வது மிகவும் கஷ்டமான இவ்விஷயத்தைப் பற்றி நான் இங்குக் கூறுவது சாத்திய மில்லை. அப்படிச் செய்யாமல் ஒரேயடியாக மறுகோடிக்கே தாண்டிவிடலாம் என்று நான் நினைக்கிறேன். அளவியல் பரிசோதனைகளிலிருந்து புதிய மனக்கோள்கள் எவ்வாறு

சார்புநிலைக் கொள்கை - Theory of Relativity. மிக்கெல்ஸன் - மார்லி பரிசோதனை - Michelson - Morley experiment. ஐன்ஸ்டைன் - Einstein.

உண்டாகின்றன என்பதை விளக்கும் பொருட்டு, பதினேழாம் நூற்றாண்டு வாயுவியலை மீண்டும் ஒரு முறை கவனிக்கலாம் என்றும், பாயிலின் விதி கண்டுபிடிக்கப் பட்டதைச் சர்ச்சை செய்யலாம் என்றும் எண்ணுகிறேன்.

பாயிலின் விதி

காற்று மிகவும் அமுங்கும் தன்மையுள்ள திரவம். நிலைத்திரவ இயலின் தத்துவங்களை வாயுவியலுக்குப் பயன் படுத்தும்போது இந்தத் தன்மை சில சிக்கல்களை உண் டாக்குகிறது, சந்தேகமில்லை. உதாரணமாக, பாரமானியை ஊன்றிக் கவனிக்கப்போனால், ஆகாயத்தில் வெகு தூரம் வரை உயர்ந்திருக்கும் ஒரு வாயு ஸ்தம்பத்தைக் கடல் மட்டத்தில் சுமார் 30 அங்குல உயரமுள்ளதான பாதரச ஸ்தம்பம் ஒன்று சமன்செய்கிறது என்று வைத்துக்கொள்ள லாம். ஆனால், அந்த வாயு ஸ்தம்பத்தின் உயரம் என்ன? வாயுவின் அமுங்கும் தன்மையை ஒதுக்கிவிடக் கூடுமானால், ஒரு குறிப்பிட்ட உஷ்ணநிலையில் சம கன-அளவுள்ள காற்று, பாதரசம் ஆகியவற்றின் ஒப்பு-எடைகளை மட்டும் தெரிந்துகொண்டு, பின்பு அவசியமான கணக்கைப் போட் டுப் பார்த்தால் போதும். ஆனால், ஒரு கணம் சிந்தித்தால், இதை இவ்வளவு எளிமையாகத் தீர்த்துவிட்டால் திருப்தி ஏற்படாது என்பது தெரியும். ஏனென்றால், நாம் உயரப் போகப் போகக் காற்று மெல்லியதாகிறது. இதையே வேறு வகையாக, 'காற்று ஸ்தம்பம் இடைவிடாமல் அடர்த்தியில் குறைந்துகொண்டே வருகிறது' என்று சொல்லலாம். அது எப்படிக் குறைகிறது? அழுத்தத் துக்கும் அடர்த்திக்கும் இடையே உள்ள சம்பந்தம் என்ன? அல்லது, ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள காற்றை மட்டும்

பாயிலின் விதி - Boyle's Law.

ஊன்றிக் கவனித்தால், அந்தக் காற்றின் கன அளவுக்கும் அதன் அழுத்தத்துக்கும் இடையே எவ்வகைச் சம்பந்தம் இருக்கும்? ஆட்டு ரோமத் தொகுதிக்கும் காற்றுக்கும் ஓர் உபமிதியைக் கூறிப் பண்பியல் முறையாக இவ் வினவுக்கு விடை சொன்னர்களே தவிர, வேறு எவ்விதமாவும் டாரி செல்லியோ அல்லது பாஸ்கலோ விடை சொல்ல முயன்ற தாகத் தெரியவில்லை. இதற்குத் தேவையான எடுகோள் களை எல்லாம் பாயிலே அளிக்கவேண்டியிருந்தது. இவற் றுக்கு இடையே ஒரு சம்பந்தம் இருக்கிறது என்பதைப் பாயிலின் நண்பர்கள்தான் குறிப்பிடவேண்டியிருந்தது. இந்தக் கதையை நன்கு தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமானல், பாயிலின் பம்ப்பையும், பாரமானியில் உயர உள்ள இடத்தை அவர் வெற்றிடமாக்கியதையும் கண நேரம், மீண்டும் ஒரு முறை, கவனிக்கவேண்டும் (படம் 8).

பாரமானியையும் பம்ப்பையும் (பக்கம் 142) கொண்டு பாயில் செய்த பரிசோதனைகளை ஒட்டிய கவனக் குறிப்புக்களில் எடுக்கும் அளவுகள் அவ்வளவு திருத்தமாக இல்லாவிட்டாலும் அக்கறையில்லை. பம்ப்பு வேலை செய்த போது ஸ்தம்பம் தாழ்ந்தது; காற்றை உள்ளே புகவிட்ட போது பாதரசம் ஏறிற்று; இது ஒரு பண்பியல் கவனக் குறிப்பு. வெற்றிடத்தை அமைத்த ஒவ்வொரு தடவையின் போதும் பாதரச ஸ்தம்பத்தின் உயரக் குறைவின் எண் ணளவையும் பிஸ்டனின் அடிப்புக்களின் எண்ணையும் சம் பந்தப்படுத்தப் பாயிலுக்கு விருப்பம்தான். ஆனால், அவர் அந்தக் காரியத்தில் வெற்றி பெறவில்லை. வெற்றிட மாக்கப்படும் ஏனமானது எவ்வளவுக்கெவ்வளவு சிறிதாக இருந்ததோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு ஒவ்வோர் அடிப்பிலும் (பம்ப்புச் சிலிண்டரின் அளவானது எல்லாப் பரிசோதனை

பம்ப்பு - pump. வெற்றிடம் - vacuum.

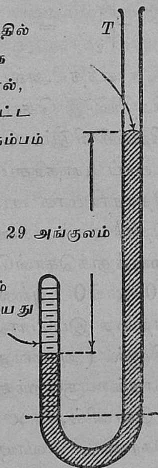
களிலும் ஒன்றுபோலவே இருந்தது) அதிகமாக அழுத்தம் குறைந்து வந்தது. அவரால் நிரூபிக்க முடிந்தது இவ்வளவு தான். இந்தப் பிரச்சினையைக் கையாளுவதற்கு ஒரு வழி காண முயன்றபோது அவர் எப்படியெல்லாம் தட்டுத் தடுமாறினார் என்பதை அவருடைய முதல் அறிக்கையில் காண்கிறோம். கணித அனுமானத்தைப் பயன்படுத்து வதற்கு ஏற்றபடி காற்றின் மீள்சக்தியை (காற்றின் வில்லை) முறைபடக் கூறுவதற்கு ஏதாவது ஒரு வழி அகப்படுமா என்பதே அவர் நிஜமாக அக்கறை கொண்டிருந்த விஷயம். பாயில் ஒரு பரிசோதகர்; கணித விற்பன்னர் அல்லர். ஆகையால், பயன்தரக்கூடிய கருத்தைப் பற்றிய குறிப்பு அவருக்கு இரண்டொரு நண்பர்களிடமிருந்து கிடைத்தது என்பதில் யாதொரு ஆச்சரியமும் இல்லை. காற்று வில்லின் விசைக்கும் அதன் கன-அளவுக்கும் விகித முறையான சம்பந்தம் இருக்கிறது என்னும் கற்பிதக் கொள்கையை அந்த நண்பர்கள் தெரிவித்தார்கள். கன-அளவை இரட்டிப் பாக்கினால், வில் பேர்பாதியாகக் குறைந்துபோகும், அல்லது இதற்கு எதிரிடையாக,(அழுத்தத்தின் மூலம்)கன அளவைப் பேர்பாதியாக்கினால், 'வில்' இரட்டிப்பாகிவிடும். இது ஒரு பொதுவானக்கூற்று. கன அளவையும் 'வில்லை' யும் அளப்பதற்குரிய முறைகள் இருந்தால், இதிலிருந்து கிடைக்கும் ஊகத்தைப் பரிசோதனையால் சோதிக்க முடியும். பாயிலின் பம்ப்பு, கொள்கலம், பாரமானி ஆகிய வற்றின் இணைப்பாக உள்ள கருவி திருப்தியில்லாதிருந்தது. வேறெக் காரணம் இருந்தாலும் இல்லாவிட்டாலும், அது ஒழுகிற்று என்பதே அது திருப்தியில்லாமைக்குப் போதிய காரணமாகும். ஆனால், வேறொரு மிக எளிய முறை பரி சோதகரின் கவனத்தை விரைவில் கவரத் தொடங்கிற்று.

மீள்சக்தி - elasticity.

பாயிலின் விதியை (படம் 23) நிரூபித்துக் காட்டுவதற்கு எல்லாச் சாதாரண பௌதிகச் சோதனைச்சாலைகளிலும் இக்காலம்வரை உபயோகித்துவரும் J வடிவக் குழாயைத் தான் நான் குறிப்பிடுகிறேன். 'பாசம்' என்ற விசித்திரக் கோட்பாட்டை ஆதரித்தவர்களைத் தோற்கடிப்பதற்காகப் பாயில் இந்தக் குழாயை அமைத்தார். முந்திய அத்தியாயம் ஒன்றில் இதை நாம் ஏற்கெனவே பார்த்திருக்கிறோம்.

குழாயின் நீண்ட புயத்திலும், அதன் குட்டைப் புயத்திலும் பாதரசம் சம மட்டமாக உள்ள ஒரு நிலையிலிருந்து பாயில் தொடங்கினார். பாதரசத்தை ஊற்றி, ஊற்றி, அவ்வப்போது ஏற்படும் இரண்டு குறிப்பிட்ட நீளங்களை அளந்துவந்தார். அதாவது, குட்டைப் புயத்தில் உள்ள மட்டத்தைவிட நீண்ட புயத்தில் அதிகமாக உள்ள பாதரசத்தின் அதிகப்படியான உயரம் (படம் 23) ஒன்று, குட்டைப் புயத்தின் மூடிய முனைக்கும் அதே புயத்தி லுள்ள பாதரச மட்டத்துக்கும் இடையிலுள்ள தூரம் மற்றொன்று. குழாய் ஒரேசீரான துளையுள்ளதாக இருந்தால், பிந்திய நீளம்குட்டைப் புயத்திலுள்ள காற்றின் கன அளவைக் குறிக்கும்; முந்திய நீளம் பரிசோதனையில் கையாளப்பட்ட செயல் இக் காற்றின் மீது அதிகமாகச் சுமத்தப்படும் அழுத்தத்தைக் குறிக்கும். ஆகவே, வாயு மண்டல அழுத்தமும் இந்த அதிகப்படியான அழுத்தமும் சேர்ந்ததே மொத்த அழுத்தம். இதை இத்தனை அங்குல உயரமுள்ள பாதரசம் என்று கூறினால், (அழுத்தத்தைக் குறிப்பதற்குச் சௌகரியமான வழி இதுவே என்பது நினைவிருக்கலாம்). குட்டைப் புயத்தில் அடங்கியிருக்கும் காற்றின்மீது உறைக்கும் மொத்த அழுத்தத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்குப் பாரமானி குறிக்கும் அளவோடு பரிசோதனையில் அங்குலங்களாகக் கவனித்துக் குறிக்கப்பட்ட

பாதரச ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தையும் கூட்டிக்கொள்ள வேண்டும். இந்தச் செயல் முறையைத்தான் பாயில் பின் பற்றினர். அவர் அப்படிச் செய்தபோது, மொத்த அழுத்தத்தை இரட்டிப்பாக்கினுல், கன அளவு கிட்டத்தட்டப் பேர்பாதியாகிறது என்றும், அந்த அழுத்தத்தை நாலு மடங்காக உயர்த்தினுல், கன அளவு கிட்டத்தட்ட நாலில் ஒரு பங்காகக் குறைந்துவிடுகிறது என்றும் கண்டார். அழுத்தத்துக்கும் கன அளவுக்கும் ஓர் எண் உறவு உண்டு என்னும் கற்பிதக் கொள்கை பொதுவாக உறுதிப்பட்டது. காற்றை மேன் மேலும் அழுத்த அழுத்த, 'காற்றின் வில்' அதிகமாகி வந்தது; இந்த உறவும் ஓர் எளிய விகிதசமத்தில் இருந்தது.



படம் 23. அழுத்தத்துக்கும் கன அளவுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தை ஒட்டிய எடுகோள்களைத் திரட்டப் பாயில் உபயோகித்த கருவியின் வரிப்படம்

இதை ஒழுங்குபடுத்திப் பாயிலின் பரிசோதனையில் காற்றின் **கன அளவு** அழுத்தத்துக்குத் தலைகீழ் விகிதசமமாக இருக்கிறது என்று கூறலாம். தொடக்க அழுத்தத்தை P_1 என்பதும் இரண்டாவது அழுத்தத்தை P_2 என்பதும், அவைகளுக்கு ஒத்த கன அளவுகளை V_1, V_2 என்பவையும்

எண்-உறவு - numerical relation. தலைகீழ் விகிதசமம் - inverse proportion.

குறிப்பதாக வைத்துக்கொண்டால் தலைகீழ் விகிதசமத் தன்மையைக் கீழ்க்கண்டவாறு எழுதலாம்.

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{V_2}{V_1}, \text{ அல்லது } P_1 V_1 = P_2 V_2.$$

எந்த அல்ஜிப்ரா சமன்பாட்டிலும் நிஜ எண்களைப் பிரதியீடு செய்தால், விஷயம் சாதாரணமாக எளிதில் விளங்கிவிடும். தொடக்க அழுத்தமாகிய P_1 ஐ 30 அங்குல உயரப் பாதரசம் என்றும் (இதுவே கடல் மட்டத்தில் தோராயமாக உள்ள வாயு மண்டலத்தின் அழுத்தம்), தொடக்கக் கனஅளவை 10 கன அங்குலம் என்றும் வைத்துக்கொள்வோம். அப்படியானால், $P_1 V_1$ என்பது 30 × 10 அல்லது 300 என்று இருக்கும். நாம் அழுத்தத்தை இப்போது 60 அங்குல உயரப் பாதரசமாக உயர்த்தினால் (அதாவது P_2 ஆக), V_2 என்பது 5 கன-அங்குலமாகக் குறைந்துபோக வேண்டும் என்பது தெளிவு. ஏனெனில், 5 × 60 என்பதும் 300க்குச் சமம். எடுத்துக் கொண்ட வாயுப் பகுதியின் அளவு 10 அங்குலம், அல்லவா? அழுத்தத்தை இத்தனை அங்குல உயரப் பாதரசம் என்று கூறவேண்டுமானால், நாம் மேற்கூறிய விகித சமத்துவம் உண்மையாக இருந்தால், அழுத்தத்தையும் கனஅளவையும் பெருக்கிக் கிடைக்கும் பெருக்கல்-பலன்கள் எல்லாம் (அதாவது P V) 300 என்றே இருக்க வேண்டும். ஆதலால், நாம் முதல்படித் தோராயமாகவாவது P V என்னும் பெருக்கல்பலன் ஒரு நிலை-எண் என்று சொல்லலாம். இதுவே பாயிலின் விதி என்று சொல்லப்படுவதை விளக்கும் ஒரு சாதாரண முறை. பாயில் வாழ்ந்த காலத்தில் காற்றை வெப்பமுறச் செய்தால் அதன் கன

அல்ஜிப்ரா சமன்பாடு - algebraic equation. பெருக்கல்-பலன் - product. நிலை-எண் - constant. பாயிலின் விதி - Boyle's Law.

அளவு விரிவடையும் என்பதும், அதைக் குளிரச் செய்தால் அதன் கன அளவு சுருங்கும் என்பதும் எல்லோருக்கும் தெரியும். ஆகவே, உஷ்ண நிலை என்பது குறிப்பிட்ட எடையுள்ள காற்று என்ன கன அளவுள்ளதாக இருக்கும் என்பதை நிர்ணயிக்கும் மற்றொரு **மாறி** என்று பாயிலுக்குத் தெரியும். மிகவும் அழுத்தமுற்ற நிலையிலுள்ள காற்றின் மாதிரிப் பகுதிகளும் வெப்பமுற்றபோது விரிந்தன என்றும், குளிர்ச்சியுற்றபோது சுருங்கின என்றும் காட்டுவதற்கு அவர் சில மிக முரடான பரிசோதனைகளைச் செய்தார். ஆயினும் அவராவது அவருடைய நண்பர்களாவது வெப்பத்தின் மாறுபாட்டுக்கும் கன அளவின் மாறுபாட்டுக்கும் உள்ள உறவின் அளவைக் காண முயலவில்லை. தெர்மாமீட்டர் இன்னும் திருத்தமாக அளக்கும் கருவியாக ஆகும்வரை, அந்தப் பரிசோதனைகள் காத்திருக்க வேண்டியிருந்தது. சற்றுப் பொறுத்து, இந்த வளர்ச்சியைப் பற்றி இன்னும் கொஞ்சம் நான் சொல்ல வேண்டியிருக்கும். ஆனால், முன்கூட்டியே ஒரு விஷயத்தைக் குறிப்பிட்டுவிடலாம். அறையின் உஷ்ண நிலையில் உள்ள ஒரு வாயுவின் வெப்பநிலை ஒவ்வொரு பாரன்ஹைட் டிகிரி உயரும்போதும், அதன் கன அளவு சுமார் 1/530 பங்கு விதம் விரிவடைகிறது என்று பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு ஆராய்ச்சியாளர்கள் செய்த பரிசோதனைகள் நிரூபித்தன என்பதே அவ் விஷயம். இது நன்கு காணக்கூடிய ஒரு விளைவு. ஆகையால், **நிலையான உஷ்ண நிலையில் இருந்துவரும்** காற்றுப் பகுதிக்கு மட்டுமே பாயிலின் விதியை உபயோகிக்கலாம் என்று முற்பட்டுக் கூற வேண்டியிருக்கிறது.

தெர்மாமீட்டர் - thermometer. பாரன்ஹைட் டிகிரி - Fahrenheit degree.

உஷ்ணநிலையை நன்கு நியமப்படுத்தி விட்டாலும், கனஅளவுக்கும் அழுத்தத்துக்கும் உள்ள உறவைப் பற்றி ஜாக்கிரதையாக அளந்து பார்க்கும்போது பாயிலின் விதி என்பது காற்றின் அல்லது மற்ற ஏதோ ஒரு வாயுவின் நடத்தையைப் பற்றிய தோராயமான முறைபடக் கூற்றே யாகும் என்று தெரியவருகிறது. ஒவ்வொரு வாயுவும் பாயிலின் விதியிலிருந்து எவ்வளவு மாறுபடுகிறது என்பது அந்த அந்த வாயுவின் தன்மையைப் பொறுத்திருக் கிறது. பொதுவாக, வாயுமண்டல அழுத்தத்தைக் காட் டிலும் அழுத்தம் அதிகமாக இருக்கும்போது இந்த மாறுபாடுகள் அதிகமாகவும், அழுத்தம் குறைவாக இருக் கும்போது குறைவாகவும் காணப்படுகின்றன. வாஸ்தவத் தில், அழுத்தநிலை வாயுமண்டல அழுத்தத்தில் ஒரு சிறு பின்னமாக இருக்கும்போது மட்டுமே பாயிலின் விதி வாயுவின் நிஜ நடத்தைக்கு மிகக் கிட்டிய தோராயமாக உள்ள கூற்றாக இருக்கும். அளவியல் அளவீடுகளை மிக நுட்பமாகக் குறித்துவந்தால் இது தெரியவரும். ஆதர்சத் திரவம் என்று ஒன்று உள்ளதுபோல் நாம் முன்னால் சொல்லிவந்தோம். அதுபோலவே, ஆதர்ச-வாயுவைப் பற்றியும் நாம் இப்போது சொல்லலாம். முன்னதாகக் குறிப்பிட்ட பொருளாகிய ஆதர்சத் திரவத்துக்கு நிலைத் திரவ இயலின் எளிய தோற்றங்களின் மூலமாக ஒரு வரை யறையும், இரண்டாவது பொருளாகிய ஆதர்ச வாயுவுக்குப் பாயிலின் விதியின் மூலமாக ஒரு வரையறையும் கூறப் படுகின்றன. வாஸ்தவத்தில், ஆதர்சத் திரவம் என்னும் சொற்றொடர் மிகவும் அரிதாகவே வழங்கப்படுவதாக இருந்த போதிலும்கூட, சென்ற சுமார் நூறு வரு ஷங்களாகப் பௌதிகர்களுக்கும் இரசாயனிகளுக்கும் ஆதர்ச - வாயு என்னும் மனக்கோள் ஒரு மிகச்

சாமானிய விஷயமாக ஆகிவிட்டது. (குறிப்பிட்ட எந்த உஷ்ண நிலையிலும்) PV = ஓர் நிலை எண் என்னும் உறவானது எந்த வாயுவின் அழுத்த நிலைகள் எல்லாவற்றுக்கும் பொருந்துமோ அந்த வாயுவே ஆதர்ச - வாயு எனப்படும். அப்பேர்ப்பட்ட ஆதர்ச - வாயுவை வைத்துக் கொண்டு மானசிகமாகச் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளைக் கவனித்ததன் மூலமாக வெப்ப - எஞ்ஜின்களைப் பற்றிப் பல மிகவும் முக்கியமான தத்துவங்கள் பெறப்பட்டன. நிலைத்திரவ - இயலை ஆதியில் ஸ்தாபித்தவர்கள் உபயோகித்த அனுமான முறைகளுக்கு இந்த அனுமான வகையை உபமிதியாகக் கூறலாம். ஆனால், இதன் அடிப்படையான எடுகோள்கள் 'திரவங்கள் தம் சுய மட்டத்தை நாடுகின்றன' என்பதைப் போன்று, மிகச் சாமானியத் தோற்றங்களைப் பற்றிய கவனக் குறிப்புக்களிலிருந்து பெறப்பட்டவை **அல்ல** என்பதையும், பாயில் முதன் முதலில் அளந்து குறித்த வகையைப் போன்ற ஜாக்கிரதையான அளவுகளிலிருந்தே இவை பெறப்பட்டவை என்பதையும் கவனிக்கவேண்டும். இங்கே ஜியோமிதி - அனுமான முறை, பரிசோதனை முறை என்னும் இரண்டு மரபுகளும் அழகாக ஒன்றி இணைந்திருப்பதைக் காண்கிறோம். வேண்டிய எடுகோள்களை எல்லாம் **அளவியல் பரிசோதனைகளிலிருந்து** பெறக்கூடிய நிலையைப் பிந்திய முறை இப்போது அடைந்துவிட்டது.

நான் முன்னால் ஒரு நடைமுறை வினாவைக் கேட்டுவிட்டு, விடை சொல்லாமல் நிறுத்திக் கொண்டேன். அந்த வினாவுக்கு ஓர் அடிக் குறிப்பாகக் கருதக்கூடிய ஒரு விஷயத்தை இப்போது சொல்லப் போகிறேன். பிறகு வாயு இயலையும், நிலைத்திரவ - இயலையும் பற்றிய சர்ச்சையை முடிக்கலாம் என்று எண்ணுகிறேன். கடல் மட்டத்தில்

இருக்கும் ஒரு பாரமானியில் 30 அங்குல உயரப் பாதரசத்தைச் சமன் செய்யும் வாயு ஸ்தம்பத்தின் உயரம் எவ்வளவு? இதன் பொருட்டு நமக்குத் தெரியவேண்டிய தெல்லாம் நாம் பூமிப் பரப்பிலிருந்து மேல் நோக்கிச் செல்லும்போது காற்றின் அடர்த்தி என்ன வகையாக மாறி வருகிறது என்பது மட்டும்தான் என்பதை வாசகர்களுக்கு நினைப் பூட்டுவேன். சிற்சில பாவனைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டு, முதலில் ஒரு தோராய மதிப்பைக் கொள்ள வேண்டும்; பின்பே மற்றதைக் கவனிக்க முடியும். உஷ்ண நிலை நிலையானதாக இருந்து (அப்படி அது ஒருபொழுதும் இருப்பதே கிடையாது) பாயிலின் விதி காற்றுக்கும் பொருந்துமானால் (தோராயமாக அது பொருந்தும்), பூமியிலிருந்துள்ள தூரம் அதிகமாக அதிகமாக, அடர்த்தியும் ஒழுங்காகக் குறைந்து வருவதைக் காணலாம் என்று நாம் எதிர்பார்க்கலாம். சில நிமிஷம் ஆலோசித்துப் பார்த்தால், இந்த உறவு இவ்வளவு எளிதானது அன்று என்பதும், விஷயத்தை எளிதாக்குவதற்காக இந்தப் பாவனைகளை நாம் வைத்துக்கொண்டாலும்கூட, கணக்குப் போடும்போது நம்மை ஏமாற்றக் கூடிய விஷயம் ஏதோ ஒன்று இதில் இருக்கப் போகிறது என்பதும் தெரியவரும். ஏனென்றால், ஒரு பலூனில் (அல்லது ஓர் ஏரோப்ளேனில்) உயரச் சென்றால் அழுத்தம் குறையக் காண்கிறோம். (பாஸ்கலும் பேரியேயும் செய்த பை-டி-டோம் பரிசோதனை இதுதான்.) அழுத்தம், குறையக் குறைய ஒரு கொடுத்துள்ள எடையுள்ள காற்று மேன்மேலும் விரிந்து, அதிகக் கன அளவு உடையதாகிறது. (பாயிலின் விதி). எண் கணக்குப்படி இதைக் கவனித்துப் பார்ப்போமா?

பலூன் - balloon. ஏரோப்ளேன் - aeroplane. கடல் மட்டம் - sea level.

காற்றின் ஒரு குறிப்பிட்ட கன அளவின் எடைக்கும் அழுத்தத்துக்கும் உள்ள உறவாகப் பாயிலின் விதியைக் கூற முடியும். ஆகவே, உஷ்ணநிலை நிலையானதாக இருந்து, அதோடு பாயிலின் விதியிலிருந்து அது மாறுபடும் அளவும் விட்டுவிடத்தக்க அளவில் குறைந்த சிற்றளவாக இருப்பதாகப் பாவித்துக்கொண்டால், கடல் மட்டத்தில் பாதரசம் கன அளவுக்குக் கன அளவு காற்றைப்போல் சுமார் 10,000 மடங்கு பளு உள்ளதாக இருக்கும். பேர் பாதி வாயு மண்டல அழுத்தத்தில் (15 அங்குல உயரமுள்ள பாதரசம்) இந்த விகிதம் கிட்டத்தட்ட 20,000 மடங்கு என்று ஆகிவிடும். ஒரு பாரமானியில் 30 அங்குல உயரப் பாதரசத்தைச் சமன் செய்யும் வாயு ஸ்தம்பத்தின் உயரத்தைத் தோராயமாகக் கூறுவதற்கு இந்த இரண்டு மதிப்புகளில் நாம் உபயோகிக்க வேண்டியது எது? இவ்விரண்டும் இல்லை என்பதில் சந்தேகமில்லை, அல்லவா? ஆனால், பூமிப் பரப்புக்கு மேலாகச் சிறிது தூரம் வரை முதல் எண்ணில் அதிகப் பிசகு இருக்காது. அதை உபயோகித்து, முதல் தோராயமாகப் பூமிப் பரப்பிலிருந்து 120,000 அங்குல (10,000 அடி) உயரம் மேலே சென்றால், பாரமானி அதில் 10,000 அங்குலம், (அதாவது 12) அங்குலம் தாழும் என்றும், ஆதலால் 10,000 அடி உயரத்தில் பாரமானி 30க்கு 12 குறைவாக, அதாவது 18 அங்குலம் என்று காட்டும் என்றும் முன்னதாகவே ஜோஸியம் சொல்லிவிடலாம். 10,000 அடி உயரத்தில் அழுத்தம் நன்கு குறைந்து போகிறது என்றும், அங்கு அது கிட்டத்தட்ட 15 அங்குல உயரப் பாதரசமாக (அதாவது பேர்பாதி வாயு மண்டல அழுத்தமாக) ஆகிறது என்றும், ஆகையால் காற்றின் அடர்த்தி பாதரச அடர்த்திக்கு $\frac{1}{20000}$ ஆகத் தாழ்ந்துவிட்டது என்றும் இந்தத் தோராய மதிப்பு நமக்குக்

காட்டுகிறது. நிஜமாக, 18 அங்குலப் பாதரச அழுத்தத்தில் உள்ள அடர்த்தி கடல் மட்டத்தில் உள்ள அடர்த்தியில் $\frac{18}{30}$ பங்காக இருக்கும். ஆகவே, காற்றின் அடர்த்தி பாதரச அடர்த்தியில் $\frac{1}{16000}$ ஆக இருக்கும். இந்த எண்ணைக்கொண்டு கணக்கிட்டால், இன்னுமொரு 10,000 அடி ஏறி 20,000 அடி உயரத்துக்குச் சென்றால், பாரமானி 7·2 அங்குலம் மட்டுமே தாழும் என்று காணுவோம். ஏனென்றால், தரையின் அருகிலுள்ள காற்றைக் காட்டிலும் இங்குள்ள காற்று குறைந்த அடர்த்தியுள்ளதாக இருக்கும். 20,000 அடியில் பாரமானி காட்டும் அளவு சுமார் 10·8 அங்குலமாக இருக்கும் என்று எதிர்பார்க்கலாம். அதைப் போலவே, 20,000—30,000 அடிப் பிரதேசத்தில் உள்ள அழுத்தம் இதைக் காட்டிலும் இன்னும் குறைவாக இருக்கும். ஆதலால், 30,000 அடி உயரத்துக்கு நாம் ஏறினால், பாரமானி இன்னும் 4·3 அங்குலம் தாழ்ந்து, சுமார் 6·5 அங்குலமாக இருக்கும் என்று கணக்கிடலாம்.

இது இப்படி வரம்பில்லாமல் போய்க்கொண்டேயிருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. ஏனென்றால், பாரமானி காட்டும் அளவீடு 3 அங்குல உயரப் பாதரசம் என்று இருக்கும் ஓர் உயரம் வரை நாம் ஏறிவிட்டால், பாதரச அடர்த்திக்கும் காற்றின் அடர்த்திக்கும் உள்ள விகிதம் (அழுத்தம் 10 தாழ்ந்து போய் விட்டபடியால்) கடல் மட்டத்திலுள்ள அடர்த்திக்கு 10ன் காரணி ஒன்றால் உயர்ந்து, 100,000 என்று ஆகிவிடும். இந்த 3 அங்குல உயரப் பாதரசத்தைச் சமன் செய்வதற்கு இதே அடர்த்தியுள்ள காற்றில் இன்னும் ஓர் 25,000 அடி அதிக உயரம் வேண்டியிருக்கும். நாம் உயர ஏற ஏறக் காற்றின் அடர்த்தியும் வரவரக் குறைந்து வருகிறது. ஆகையால், அழுத்தம் 0.3 அங்குலமாகக் குறைந்துவிட்டால்,

(ராக்கெட்டில் ஏறிச் செல்லும் வரை இவ்வளவு உயரம் ஏறுவது என்பதெல்லாம் வெறும் கற்பனைதான்) அடர்த்திகளின் விகிதம் 1,000,000 ஆக ஏறிவிடும். இந்த 0.3 அங்குல உயர பாதரசத்தைச் சமன் செய்ய இன்னும் ஒரு 25,000 உயரமும் இதே அடர்த்தியும் உள்ளதான காற்று ஸ்தம்பம் வேண்டியிருக்கும். அந்த உயரத்திலும் பாயிலின் விதி செல்லத்தக்கது என்று இருக்குமானால், வாயு மண்டலத்துக்கு யதார்த்தத்தில் முடிவு என்பதே இருக்கமுடியாது.

நிலையான வெப்ப நிலையிலுள்ள ஒரு காற்றுக் கடலில் பலூனில் நேராக உயரச் சென்றால் என்ன ஆகும்—இப்படி மதிப்பிட்டால், கிடைப்பது மிக முரடான ஒரு தோராய மதிப்பாகவே இருக்கும். நிஜமாக, ஒவ்வோர் அங்குலத்தின் ஒரு பின்னத்தின் அளவாக மேலே ஏறினாலும் காற்றின் அடர்த்தி ஒழுங்காகக் குறைந்துகொண்டுதான் வரும். ஆகையால், ஒவ்வொரு 10,000 அடிக்கு ஒருமுறை மட்டுமே அடர்த்தியைப் பற்றி மறுபடியும் கணக்கிட்டுப் பார்ப்பதற்கு யாதொரு காரணமும் கிடையாது. கோட்பாட்டு முறையில் பார்த்தாலோ, உயர்வு எவ்வளவு சிறிது அதிகமானாலும் அப்பொழுது ஒவ்வொரு தடவையிலும் அடர்த்தியை மறுபடியும் கணக்கிட்டாக வேண்டும். ஆனால், ஒவ்வொரு 10 அடி இடைத் தூரத்திலும் உள்ள காற்றின் அடர்த்தி ஒரே நிலையில்தான் இருக்கிறது என்று நாம் வைத்துக்கொண்டால், அப்போது அதனால் ஏற்படும் பிழை மிக மிகச் சிறிதாக இருக்கும். ஆதலால், ஒவ்வொரு 10 அடி உயரம் ஏற ஏற, நின்று நின்று, ஒரு புதிய மதிப்பைக் கணக்கிட்டுக்கொண்டே போனாலும், வாயுவின் அடர்த்தி-நிலையைப் பற்றிய ஒரு முழுத் திருத்தமான தோற்றம் நமக்குத் தென்பட்டுவிடும் என்று சொல்லலாம்.

ராக்கெட் – rocket.

எவ்வளவுக்கெவ்வளவு இந்த இடைவெளியை நாம் குறை வாக வைத்துக்கொள்ளுகிறேமோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு நம்முடைய முடிவும் திருத்தமாக இருக்கும். பொதுவாக, அழுத்தம் குறையக் குறைய, காற்று மேன்மேலும் மெல்லியதாகி வருகிறது என்பதைக் கவனிக்கிறேம். ஆகவே, உயர நோக்கி அதிக தூரம் மேலே போகப் போக, ஒரு குறிப்பிட்ட அழுத்தக் குறைவுக்கு இணங்க இருக்கும் தூரங்கள் மேன் மேலும் அதிகமாகிக்கொண்டே வரும். இதை வேறுவிதமாக இப்படிச் சொல்லலாம்: ஒரு மட்டத்திலிருந்து மற்றெரு மட்டத்துக்கு இறங்கும் பலூனிலிருந்து இவ்விஷயத்தைக் கவனிப்பதாக வைத்துக் கொண்டால், ஒரு அழுத்தம் குறிப்பிட்ட அளவு அதிக மாவதற்கு வேண்டியதாக உள்ள செங்குத்தான கீழ் நோக்கிய தூரம் எவ்வளவு என்பது தொடக்கத்திலுள்ள அழுத்தத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது.

இவ்விஷயத்தில் ஒரு திரவத்திற்கும் இதற்கும் உள்ள வேற்றுமை பளிச்சென்று தெரிகிறது. ஓர் அழுத்த மானியை ஒரு திரவத்தின் மேலோ கீழோ நகர்த்தினல், அழுத்த மாறுபாட்டையும் தூரத்தையும் (கிட்டத்தட்ட மிகவும் நெருங்கிய தோராய அளவாகவாவது) ஈடுபடுத்திக் கூறலாம் என்று பார்த்தோம். ஆனல், பலூன் விஷயத்தில் தூரத்தைக் கணக்கிடுவதற்கு முன்னல் அழுத்தத்தின் மாறுபாடு மட்டும் தெரிந்தால் போதாது; தொடக்கத்தில் இருந்த அழுத்தமும் தெரிந்திருக்கவேண்டும். மேலும் 30,000 அடி உயரத்துக்குச் சரியாக இருப்பது 10,000 அடி உயரத்துக்குச் சிறிதுகூடச் சரியாக இராது. ஒரு மலையில் ஏறும்போது உயரங்களே அளக்கப் பாரமானி-வடிவ மான உயரமானியை உபயோகித்திருப்பவர்கள் எல்லாரும்

உயரமானி - altimeter.

அதில் இடப்பட்ட அளவீட்டுக் கோடுகள் விசித்திரமாகக் குறிக்கப்பட்டிருப்பதைக் கவனித்திருப்பார்கள். அதில் கீழ் ஓரத்தில் உள்ள எண்களைவிட மேல் ஓரத்தில் உள்ள எண்கள் நெருக்கமாக அமைந்திருக்கும். உயரத்துக்கும் வாயுமண்டல அழுத்தத்துக்கும் உள்ள உறவு தோராயமான லாகரித முறையில் அமைந்திருக்கிறது என்பது சில வாசகர்களுக்கு நன்கு தெரிந்திருக்கும்

ஒரு மாறி (உதாரணமாகத் தூரம்) சிறிது அதிகப் படும்போதெல்லாம் மற்றொரு மாறி (உதாரணமாக அழுத்தம்) தன் அளவில் (அதாவது அழுத்தத்தில்) நேர்விகிதசமமாக மாறிவந்தால், அவை இரண்டுக்கும் ஒரு லாகரித-உறவைக் காணக்கூடும் என்று கால்க்குலஸை உபயோகித்து நிரூபிக்கலாம். $\triangle h$ என்னும் சங்கேதம் உயரத்தின் சிறிய மாறுபாட்டைக் குறிப்பதாகவும், $\triangle p$ என்பது அதற்கு ஒத்த அழுத்த மாறுபாட்டைக் குறிப்பதாகவும் வைத்துக்கொள்ளுவோம். அப்போது நாம் ஆராயும் இடத்திலுள்ள வாயுமண்டல அழுத்தம் p ஆக இருக்குமானால், காற்றின் நடத்தையைப் பற்றிக் கூறும் பாயில் விதி சரியாக இருக்கும் அளவுக்கு $\triangle p / p$ என்பது $\triangle h$ என்பதற்கு நேர்விகிதசமமாக இருக்கும் என்று காட்டலாம். இந்த உறவு மிகச் சிறிய மாறுபாடுகளுக்கு மட்டுமே திருத்தமாக உள்ளது; ஆனால், இதை எந்த மாறுபாட்டுக்கும் பொருந்துவதாகக் கால்க்குலஸின் மூலமாக மாற்றமுடியும். கணிதமுறையைக் கையாண்டால் கிடைக்கும் சமன்பாடுகள் எல்லாம் லாகரித-முறையில்

லாகரித முறை - logarithmic. (a என்னும் ஓர் எண்ணை b என்னும் மற்றோர் எண்ணின் அடுக்காக வெளியிட்டால், அதாவது $a=1.^{n}$ என்று கூறினால், n என்பது b ஐ மூலமாகக் கொண்ட a யின் லாகரிதம் எனப்படும். இதை $\log_b a$ என்று குறிப்பிடுவது வழக்கம். சாதாரண லாகரிதங்களுக்கு 10 என்னும் எண்ணே மூலம். கால்க்குலஸ் – calculus.

இருக்கும். வித்தியாசமாக உள்ள இரண்டு உயரங்களில் காணப்படும் அழுத்தத்தின் லாகரிதங்களின் வித்தியாசம் அந்த உயரங்களின் வித்தியாசங்களுக்கு விகிதசமமாக இருக்கும்.

பௌதிகப் பிரச்சினைகளைக் கையாளுவதற்குக் கணித ரீதியில் முறைபடக் கூறப்படுபவை பயனுள்ளவையாய் இருப்பதுண்டு. வாயு மண்டலம் நிலையான அழுத்தம் உடையதாக இருந்தால் என்ன நடக்கும் என்று காணுவதற்கான இந்த முயற்சியை ஓர் உதாரணமாகக் கூறலாம். சில பிரச்சினைகளை வேறெந்த வகையாகக் கையாளுவதாய் இருந்தாலும் முரடான தோராய மதிப்புக்களைக் கொண்டு தான் தீர்க்கவேண்டியிருக்கும். ஆனால் கால்க்குலஸ்ஸை உபயோகித்தால் அவற்றை எளிதாகத் தீர்க்கலாம். பாயில் விதியின் இந்தப் பிரயோகம் இதற்கு ஓர் உதாரணம் ஆகும். லாகரிதம் என்ற சொல்லின் பொருள் இன்னதென்று சில வாசகர்களுக்கு விளங்காமல் இருக்கலாம்; ஆனால் அதில் அடங்கிய கணக்கைப் பற்றி அவர்கள் சிறிதும் கவலைப்பட வேண்டியதில்லை. ஏனென்றால், கணித முறைகளில் அளவுகளை எப்படிக் கையாளுகிறார்கள் என்பதைக் காட்டுவதற்கு ஓர் உதாரணம் என்று முந்திய பத்திகளை அவர்கள் கருதினால் போதும். ஆயினும், வாஸ்தவத்தில், கால்க்குலஸ்ஸை உபயோகித்துப் பாயிலின் விதிப்படி கணக்கிடப் பட்ட அளவுகளும் தோராயமாகத்தான் இருக்கும். ஏனென்றால் வாயுமண்டல உஷ்ண நிலையின் வேறுபாடுகள் அவ்வளவு அதிகமாக இருக்கின்றன. ஈரப் பதம் என்பது மற்றொரு மாறி. ஆனபோதிலும் அதிக உயரமில்லாத இடங்களில், ஓர் இடத்திலுள்ள வாயுமண்டல அழுத்தம் நிலையானதாக இருக்குமானால், 10,000—15,000 அடி

ஈரப் பதம் - humidity.

வரை (ஒரு வேளை 100 அடி முன் பின்னாக இருக்கலாம்.) உள்ள உயரங்களைச் சுமார் திருத்தமாக மதிப்பிடுவதற்குப் பாரமானி காட்டும் அளவீடுகள் பயன்படும். குறித்துப் பதிவு செய்யப்பட்ட அழுத்தங்களையும், முன்னால் நாம் வருணித்த முறையால் கணக்கிடப்பட்ட அழுத்தங்களையும் பின்வரும் அட்டவணை ஒப்பிட்டுக் காட்டுகிறது: அது ஒரு வேளை உங்களுக்கு ரசமாக இருக்கலாம்.

அடிகளில் உயரம்	கவனிக்கப்பட்டுள்ள பாரமானி அளவுகள் (அங்குல உயரப் பாதரசம்)	எளிதாக்கும் பாவனைகளை உபயோகித்துக் கணக்கிட்ட அழுத்தம்
0	30	30
10,000	21	18
20,000	14	11
30,00	9	7

பாரமானி கடல் மட்டத்தில் சுட்டும் அளவீடுகளும் வானிலையின் மாறுபாடுகளுக்கு இணங்க ஓர் அங்குலம் முன்பின்னாக வித்தியாசப்படக் காண்கிறோம். அவைகளைப் போலவே மேலே குறிக்கப்பட்ட அளவீடுகளும் உயரத்துக்கு ஏற்றவாறு, சற்றே முன்பின்னாக மாறுபடுகின்றன.

வாயு மண்டலத்துக்கு 'நிஜமாகவே' ஓர் எல்லை உண்டா என்று சில வாசகர்கள் பிரமிக்கலாம். நவீன மனக்கோள்களின்படி பூமியின் பரப்புக்குச் சில நூறு மைல்களுக்கு மேலுள்ள ஒரு மண்டலத்தில் இருக்கும் காற்றின் மூலக்கூறுகளைப் பூமியோடு சேர்த்துப் பிடித்துக் கொண்டிருப்பதற்குப் போதிய வலிமை ஆகர்ஷண சக்திக்கு இருப்பதில்லை. இப்படியிருப்பதால், அப்பேர்ப்பட்ட இடத்

அளவீடு - reading. மூலக்கூறு - molecule. ஆகர்ஷண சக்தி - gravitation.

தில் பூமியின் வாயு மண்டலத்துக்கு மேல் ஓர் எல்லை 'நிஜமாகவே' இருப்பதாகத் தெரிகிறது.

அளவு கருவிகளின் முக்கியத்துவம்

மனக்கோள்கள், மனக்கோட் திட்டங்கள், பரிசோதனைகள் ஆகியவற்றுக்குள்ள உறவு சிக்கலானது. அதைத் தெரிந்து கொள்வதுதான் விஞ்ஞான விளக்கத்தின் சாரம். பண்பியல் பரிசோதனைகளின் விளைவாகவோ அல்லது கவனக்குறிப்புக்களின் விளைவாகவோ சில மனக்கோள்கள் தோன்றியிருக்கின்றன என்பதில் சந்தேகமில்லை. அளவியல் பரிசோதனைகளின் மூலமாகவும் இன்னும் எத்தனையோ மனக்கோள்கள் தோன்றியிருக்கின்றன என்று சொன்னாலும் பிசகில்லை. 'தோன்றியிருக்கின்றன' என்ற சொல்லை வழங்குவது பொருத்தம்தானா என்று நிச்சயிப்பது கஷ்டமாக இருக்கிறது. 'வளர்ந்திருக்கின்றன' என்னும் சொல் ஒருகால் இதைவிடப் பொருத்தமாக இருக்கலாம். ஏனென்றால், தெளிவில்லாமலிருந்த கருத்துக்கள் எத்தனையோ தடவைகளில் வளர்ச்சியடைந்து தெளிவான விஞ்ஞான மனக்கோள்களாக ஆகியிருக்கின்றன; பரிசோதனைகளின் மூலமாகக் கண்டறிந்த விஷயங்களே அதற்குக் காரணம். திருப்திகரமான அளவு-கருவிகளின் முக்கியத்துவத்தை இந்தக் காரியத்தில் எவ்வளவு அதிகமாக மதித்தாலும் அது மிகையாகாது. இந்த விஷயம் நம்முடைய மனத்தில் நன்கு பதியும் பொருட்டு, பதினெட்டாம் நூற்றாண்டிலிருந்து ஓர் உதாரணத்தைக் கவனிப்போம்.

ஒவ்வோர் உயர்தரப் பள்ளிக்கூடத்துப் பௌதிகப் புத்தகத்திலும் வர்ணிக்கப்பட்டிருக்கும் சுய வெப்பம்,

சுய வெப்பம் - specific heat.

உள்ளுறை வெப்பம் என்னும் இரண்டு எளிய மனக்கோள்களின் சரித்திரத்தைக் கவனித்தால் இவ்விஷயத்தில் நல்ல விளக்கம் கிடைக்கும். இவ்விரு சொற்களையும், இவற்றுள் அடங்கிய கருத்துக்களையும், தெர்மாமீட்டர் என்னும் அளவு - கருவியை உபயோகித்தால்தான் பொருள் தெரிந்து கொள்ள முடியும். நாகரிக உலகில் வாழும் மக்களுக்கு உஷ்ணநிலை என்பது ஒரு சாதாரண விவேகக் கருத்தாக ஆகிவிட்டது. ஆகையால் பௌதிகப் பாடப் புத்தகங்களில் அதைக் கையாளுவதும், பொது வாசகர்களுக்காக எழுதப்பட்ட இப் புத்தகத்தைப் போன்ற நூல்களில் 'நிலையான உஷ்ணநிலை' என்பதுபோன்ற சொற்றொடர்களை உபயோகிப்பதும் ஓரளவு எளிதாகிவிட்டன. விரிவாகக் கூறப்பட வேண்டிய ஒரு சரித்திர விஷயத்தைச் சில வரிகளில் அடக்குவதாயிருந்தால், ஒரு பொருள் மற்றவைகளைவிட அதிக வெப்பமுள்ளதாகவோ அல்லது அதிகக் குளிர்ச்சியுள்ளதாகவோ இருப்பதை ஒட்டிய முரடான விவேகக் கருத்துக்களிலிருந்து உஷ்ணநிலை என்னும் மனக்கோள் வளர்ச்சியடைந்தது என்று சொல்லலாம். உதாரணமாக, தண்ணீருக்கும் வெந்நீருக்கும் உள்ள பேதத்தை மனித உடலால் உணர முடிகிறது. இப்படியுள்ள திறமை இந்தப் பெரிய சரிதத்துக்கு ஓர் அடிப்படைக் காரணியாக இருந்திருக்கிறது சந்தேகமில்லை. ஆனால், இதை மட்டுமே காரணி என்று சொல்லலாகாது. ஏனென்றால், நெருப்பானது நீரைக் கொதிக்கச்செய்யும் விளைவும், கண்ணாடியையும் உலோகங்களையும் உருக்கி வார்த்தல் போன்று எல்லா வகையான பொருள்களின் மீதும் சுவாலை இயற்றி வரும் செயலும், (பழுக்கக் காய்வது) போன்ற நிற வேறுபாடுகள் தோன்றுவதும் நெருப்போடு சம்பந்தப்பட்ட ஏதோ

உள்ளுறை வெப்பம் - latent heat.

ஒன்றின் மூலமாக வெளிப்படையாகத் தோன்றும் மாறுபாடுகளுக்கு வேறு சில உதாரணங்கள் ஆகும்.

பதினேழாம் நூற்றாண்டின் முதல் மூன்றிலொரு பாகத்திலேயே தெர்மாமீட்டர்கள் தெரிந்திருந்தன. ஆனபோதிலும், அதற்குச் சுமார் நூறு வருஷங்களுக்குப் பின் வரை அவை திருப்திகரமான அளவு-கருவிகளாக அமையவில்லை. பிளாரன்ஸ் நகரத்தில் அக்கடேமியா டெல் சிமென்டோவின் அங்கத்தினர்களிடம் சுமார் 1650ல் சில கருவிகள் இருந்தன. அவை இக்காலத்தில் வீட்டிலுள்ள சாமானியத் தெர்மாமீட்டர்களை, அவைகளில் அளவு எண்கள் குறித்திருக்கும் முறையில் தவிர மற்றைய அம்சங்களில் எல்லாம், மிகவும் ஒத்திருந்தன. ஆனால் இந்த விலக்குத் தான் மிகவும் முக்கியமான விஷயம். ஒரு குமிழியில் ஆல்கஹால் அல்லது பாதரசத்தையும், காற்றுப் புகாமல் முனை மூடிய அதன் குழாயில் ஒரு ஸ்தம்பத்தையும் உடைய தெர்மாமீட்டர்கள் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதி முதல் அதன் முடிவு வரை இயற்றப்பட்டு வந்தன. அவற்றின் அமைப்பின் வகையில் நாளடைவில் பற்பல மாறுபாடுகள் ஏற்பட்டு வந்தன. ஆயினும், பற்பல சோதனைச்சாலைகளிலும், ஒன்று போல எளிதாக அமைத்துக்கொள்ளக் கூடியதான, ஓரளவு எளிய அளவுத் திட்டத்தை முதன் முதலில் பலரும் ஒப்புக்கொண்டதுதான் மிகவும் முக்கியமான அம்சம். அந்த நூற்றாண்டு மாறி, அடுத்த நூற்றாண்டு தொடங்கிய காலத்தில், **இரண்டு நிலைத்தானங்களை** உபயோகிப்பது வழக்கமாக ஆகிவரத் தொடங்கிற்று. அத்தானங்கள் பலரும் எளிதில் ஒன்று போல் இயற்றக்கூடிய சூழ்நிலைகளின் உஷ்ணநிலைகளைக்

குமிழி - bulb. ஆல்கஹால் - alcohol. பாதரசம் - mercury. நிலைத் தானங்கள் - fixed points.

குறிப்பவை; அந்நிலைகளுக்கு ஈடானவை. நீரின் உறை நிலையை 0° ஆகவும், அதன் கொதி நிலையை 100° ஆகவும் வைத்துக்கொண்டபோது, ஓர் அளவுத் திட்டம் கிடைத்தது; அதற்கு சென்டிகிரேடு என்று பெயர். அதே காலத்தில் மற்றோர் அளவுத் திட்டமும் உபயோகத்தில் இருந்து வந்தது; அதற்குப் பாரன்ஹைட் என்று பெயர்; பனிக்கட்டியும் உப்புமாகக் கலந்த ஒரு குறிப்பிட்ட கலவையின் உஷ்ணநிலையைப் பூச்சிய டிகிரியாகவும் நீரின் கொதி நிலையை 212° ஆகவும் அதில் வைத்திருந்தது.

இந்த அளவுத்திட்டங்களில் காணும் வித்தியாசங்களோ அல்லது அவை தோன்றிய விவரங்களோ நம்மை இங்கே தடைப்படுத்த வேண்டியதில்லை. முக்கியமான விஷயம் இதுதான். கருவியியற்றும் தொழிலாளிகள் திருப்திகரமாக அளவைகளைக் குறித்திருக்கும் நம்பிக்கையான கருவிகளை அக்காலத்து விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியாளர்களுக்கு அளிக்கத் தொடங்கியதும், கவர்ச்சிகரமான சில விஷயங்கள் காணப்படத் தொடங்கின. அக்காலத்துக்கு முன்வரை தெர்மாமீட்டரில் குறித்துள்ள அளவீடு ஒரே ஒரு புள்ளியை மட்டும் சார்ந்ததாக இருந்தது. அப்படி இருந்தால், ஒரு பொருளோ அல்லது ஓர் இடமோ மற்றொன்றைக் காட்டிலும் அதிக வெப்பமுள்ளது அல்லது அதிகக் குளிர்ச்சியுள்ளது என்பதை மட்டும் ஒருவரால் தெரிந்துகொள்ள முடியுமே தவிர, எவ்வளவு அதிகம் என்று தெரிய முடியாது. இப்பொழுதோ என்றால், உஷ்ண நிலையை அளக்க எந்த அளவுத் திட்டத்தை உபயோகிக்கிறோமோ அதற்கு ஏற்றபடி அந்த வித்தியாசங்களைச் சென்டிகிரேடு டிகிரியாகவோ, அல்லது பாரன்ஹைட்

அளவுத்திட்டம் - scale. சென்டிகிரேடு - centigrade. பாரன்ஹைட் - fahrenheit. பூச்சியம் - zero. உறைநிலை - freezing point. கொதிநிலை - boiling point. கருவியியற்றும் தொழிலாளிகள் - instrument makers.

டிகிரியாகவோ கூற முடியும். இப்படிச் செய்யத் தொடங்கியதும், முன்னால் தோன்றுதிருந்த பல வினாக்கள் புதிதாகத் தோன்றலாயின. வெப்பத்தைப் பற்றி, தாங்கள் முன்னால் கூறிவந்த முறையில் அல்லாமல், வேறு வகையாக மக்கள் கூறத் தொடங்கினார்கள். விஞ்ஞான சரித்திரத்தில் இத்தகைய நிகழ்ச்சிகள் மீண்டும் மீண்டும் தோன்றக் காண்கிறோம். ஒரு புதிய அளவு-கருவியோ, அல்லது ஒரு திருந்திய கருவியோ வந்துவிட்டால், அது ஒரு புது ஆராய்ச்சித் துறையை முழுவதும் திறந்து, வழி விடும் பெரும் வாயிலாகப் பல தடவைகளில் இருக்கிறது.

இக்காலத்தில் வெப்பம் என்று நாம் வழங்குகிறோமே, அதோடு ஒரு ஸ்தூலமான பொருள் சம்பந்தப்பட்டது என்னும் ஒரு கருத்து பண்டைப் பழங்காலத்திலிருந்து நெடுகத் தொடர்ந்து வருவதைக் காணலாம். நெருப்பின் முன்னால் நாம் நின்றால் நம்முடைய உடல் வெப்பம் அடைகிறது. இது ஏனென்றால், அப்போது நெருப்பின் ஒரு பகுதி நம்முடைய உடலுக்குள் புகுந்துகொள்கிறது. இதுதான் அக்காலத்தில் விவேக-ரீதிப் பாவனையாக இருந்த கருத்து என்று காண்கிறோம். அரிஸ்டாட்டில் வர்ணித்த பிரபஞ்ச சித்திரம் பதினாறும் நூற்றாண்டின் பெரும் பகுதி வரையிலும் கூட ஐரோப்பியச் சிந்தனையின் மீது முழு ஆதிக்கம் பெற்றிருந்தது; ‘நெருப்பு’, ‘வெப்பம்’, ‘குளிர்’ என்னும் கருத்துக்களை ஒட்டிய சாமானியத் தோற்றங்களும் அதில் ஒருவாறு இடம் பெற்றிருந்தன. கொதித்தல், உருகுதல், உறைதல், தகனம், என்பவைகளை விளக்குவதற்கு அரிஸ்டாட்டில் கூறிய நிலம், காற்று, நெருப்பு, நீர் என்னும் நான்கு பூதங்கள் எனப்படும் மனக்கோள்களை எவ்வகையாகக்

பிரபஞ்ச சரித்திரம் - picture of the universe. தகனம்-combustion.

கையாளலாம் என்பதைப் பற்றி நாம் இங்கே ஆராயப் போவதில்லை. ஆயினும், உஷ்ண நிலை, வெப்பம் என்னும் மனக்கோள்களை ஜாக்கிரதையாகப் பகுத்தாராயவேண்டும் என்று எவருக்காவது தோன்றினல், ஒரு நீண்ட சரித்திரத்தில், மிக முக்கியமானதாகக் காணப்படும் இந்தப் பகுதியை அவர் கவனிக்கவேண்டியது மிகவும் அவசியமாய் இருக்கும். இந்தப் பகுதியும் அந்தச் சரித்திரத்தின் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுப் பகுதியைச் சார்ந்தது. விஞ்ஞான சிந்தனையின் போக்கைத் தீர்மானிப்பதில் புத்தம் புதிய அளவு-கருவிகள் என்ன என்ன வகையாகத் தொழில் புரிகின்றன என்பதற்கு உதாரணம் காட்டும் பொருட்டே அதை இங்கே குறிப்பிட்டுக் காட்டப் போகிறேன்.

இவற்றைப் பற்றிய சரித்திரக் குறிப்புக்கள் சிறிதும் திருப்தியாக இல்லை. ஆனபோதிலும், உள்ளுறை-வெப்பம், சுய வெப்பம் என்னும் மனக்கோள்கள் தோன்றுவதற்குக் காரணமாக இருந்த பரிசோதனைகளை ஜோஸெப் பிளாக்கு என்னும் ஸ்காட்லாந்து நாட்டினர் ஒருவரும் ஹென்ரி காவென்டிஷ் என்னும் ஆங்கிலேயர் ஒருவரும் நடத்தினார்கள் என்றும், ஆனால்! அவர்கள் இருவரும் அநேகமாக ஒருவருக்கொருவர் தகவல் இல்லாமலே இவைகளை நடத்தியிருக்கவேண்டும் என்றும் தோன்றுகிறது. ஆயினும் இச் செயலுக்கு உரிய புகழை பிளாக்குக்கே கொடுக்கிறார்கள். அதுதான் நீதி. ஏனென்றால், மற்றவர்களைக் காட்டிலும் அதிக அளவில் இத்துறையில் ஏற்றவையான கருத்துக்களை வளர்த்தவர் அவரே. மேலும், கிளாஸ்கோ நகரப் பல்கலைக் கழகத்தில் தாம் செய்த பிரசங்கங்களின் மூலம்

பூதங்கள் - elements. ஜோஸப் பிளாக்கு - Joseph Black. ஸ்காட்லாந்து- Scotland. ஹென்ரி காவென்டிஷ் - Henry Cavendish.

அவைகளைப் பரவச் செய்தவரும் அவரே. (நீராவி எஞ்சினை வாட்டு புத்தமைப்பாக அமைப்பதற்கு வேண்டிய கோட்பாட்டுப் பின்னணியை அவை ஓரளவு அளித்தன ஆகையால், இவ்வகையாகவும் அவைகளைப் பிறர் கவனிக்க நேர்ந்தது. ஆனால், வாட்டு தம்முடைய நண்பராகிய பிளாக்கை எவ்வளவில் தூண்டினர் என்றோ, அல்லது பிளாக்கு வாட்டை எவ்வளவில் தூண்டினர் என்றோ கூறுவதற்கு நமக்கு யாதொரு சான்றும் இல்லை). இது ஒரு துரதிருஷ்டம்தான். ஆனபோதிலும், பிளாக்குக்கும் காவென்டிஷுக்கும் முன்னமேயே, புது மாதிரியான (அதாவது திருப்திகரமான அளவுத் திட்டத்தைக் குறித்துள்ள) தெர்மாமீட்டர்களைக் கொண்டு, பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானிகளில் வேறு சிலரும் இப்படிப்பட்ட அளவியல் பரிசோதனைகளை நிகழ்த்திப் பார்த்துக்கொண்டிருந்தார்கள். பின் வருபவைகளைப் போன்ற வினாக்களும் கேட்கப்பட்டுவந்தன: 40°F.ல் (பாரன்ஹைட்டிலும்) உள்ள நீரையும் 100°F.ல் உள்ள நீரையும் சம எடைகளில் கலந்தால், அந்தக் கலவையின் உஷ்ண நிலை எவ்வளவாக இருக்கும்? பாதரசத்தையும் நீரையும் போன்று மிகவும் வித்தியாசப்படும் இரண்டு திரவங்களை போலவே இதை வெப்பமேற்றிக் கலந்தால் அப்போது விளையும் விளைவு என்னவாக இருக்கும்?

பொருள்களைக் கலப்பதை ஒட்டிய பரிசோதனைகளில் அடங்கிய வழக்குகளைத் தெரிந்துகொள்ளும் பொருட்டுப் பிளாக்கு செய்த மற்றொரு வகைப் பரிசோதனையைக் கூறுவதன் மூலம் சுய வெப்பத்தின் மனக்கோள்களைப் பற்றித் தோராயமாகக் கூறுவேன். மிகச் சொற்பமான

கிளாஸ்கோ - Glasgow. வாட்டு - Watt. கோட்பாட்டுப் பின்னணி- theoretical back-ground. அளவுத்திட்டம் - scale.

கருவி அமைப்புக்களைக் கொண்டே இந்தப் பரிசோதனையை இக்காலத்தில் வீட்டிலும்கூட எளிதாகச் செய்ய முடியும். மெல்லிய கண்ணாடி ஏனங்களில் (உதாரணமாக இரண்டு ஒயின் கிண்ணங்களில்) சம கன-அளவுள்ள நீரையும் பாதரசத்தையும் ஊற்று; ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு தெர்மாமீட்டரைச் செருகு. குளிர் அதிகமாக உள்ள ஒரு நாளில் அவைகளை வீட்டுக்கு வெளியே எடுத்துப் போ. இரண்டு திரவங்களும் 50°F. என்னும் ஓர் உஷ்ண நிலையை அடையும் வரை அவை அங்கேயே இருக்கட்டும். திரவம் முழுவதிலும் ஒரேசீரான வெப்பநிலை நிச்சயமாக ஏற்படும் பொருட்டு, இரண்டு திரவங்களிலும் தெர்மாமீட்டரை இலேசாகச் சுற்றி அசை). அந்த இரண்டு கிண்ணங்களையும் சற்றே கதகதப்பான (70°F. ஆகவுள்ள) அறைக்குள் எடுத்துப் போ. அவை இரண்டையும், ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்றாக, மேஜையின் மேல் வை. இரண்டிலும் தெர்மாமீட்டரை அசைத்துக்கொண்டிரு. ஒவ்வொன்றிலும் தெர்மாமீட்டர் 60°F. ஆக உயர்வதற்கு ஆகும் நேரத்தைக் கவனித்துக் குறி. பிறகு, இந்தப் பரிசோதனையை இன்னும் ஒருமுறை செய். அந்த இரண்டு முடிவுகளும் எவ்வளவில் ஒன்றுபோலவே நிகழ்கின்றன என்பதைக் கவனி. (இப்பேர்ப்பட்ட பரிசோதனையைக் குளிர் அதிகம் உள்ள பிரதேசத்தில்தான் நிகழ்த்த முடியும்.)

பரிசோதகருக்கு அதிருஷ்டமும் பொறுமையும் இருந்தால், தாம் செய்யும் எல்லாப் பரிசோதனைகளிலும் பாதரசமும் நீரும் 10 டிகிரி உயர்வதற்கு வேண்டிய ஒப்பு நேரங்கள் சுமார் 10 சத வீதத்துக்கு உள்ளாகச் சமமாகவே இருக்கின்றன என்பது அவருக்குத் தெரியவரும்.

ஒயின் - wine.

இந்த நேரங்களின் விகிதம் கிட்டத்தட்ட 2 ஆகும். கன-அளவுக்குக் கன-அளவு திரவநிலையிலுள்ள பாதரசம் நீரைப் போல் இருமடங்குக்குச் சற்றே அதிகமான வேகத்தோடு 'சூடுறுகிறது'. பாதரசம் நீரைப் போல், 13·6 மடங்கு கனமுள்ளதாக இருப்பதால், அம் முடிவுகளைத் திரவங்களின் கன-அளவுகளைக்கொண்டு கணக்கிடாமல் எடையின் மூலமாகக் கணக்கிட்டால், இந்த வித்தியாசம் இன்னும் பளிச்சென்று தோன்றுகிறது. எடைக்கு எடை பாதர்சம் நீரைப்போல் 27 மடங்கு (2 × 13·6) விரைவாகச் 'சூடுறுகிறது'. நாம் சோதனைகளில் உபயோகிக்கும் நீர், பாதரசம் ஆகியவற்றின் மாதிரிகளின் அளவோ அல்லது உஷ்ணநிலையின் உயர்வோ என்னவாயிருந்தாலும், இந்த விகிதம் சரியாகவே இருக்கிறது என்பதை நாம் காணலாம்.

இதுவரையில் கவர்ச்சிகரமான யாதொன்றும் விசேஷமாகத் தோன்றி விடவில்லை. மிகுந்துவரும் கவனத்தோடும், எத்தனையோ வகைபான பொருள்களைக்கொண்டும் இதைப் போன்ற அளவியல் கவனக்குறிப்புக்களை மேன்மேலும் குறிக்க முடியும். ஆனபோதிலும், அவற்றால் யாதொரு விதமான விஞ்ஞான முன்னேற்றமும் ஏற்படாமலிருக்கலாம். இவ் விஷயத்தைப் பற்றிய மிகவும் எளிமையான ஓர் உதாரணத்தைக் கசக்கிப் பிழிந்து வாசகர்களின் பொறுமையை அளவுக்கு மிஞ்சி நான் சோதிப்பதாகத் தோன்றினாலும், இந்த விஷயத்தை மிகவும் நன்றாக வற்புறுத்த வேண்டும் என்று விரும்புகிறேன். வெறும் அளவுகளால் மட்டும் புதுப்புது மனக்கோள்கள் தாமாகத் தோன்றிவிடமாட்டா. புதிய அல்லது திருத்தம் பெற்ற அளவு-கருவிகளைத் துணைக்கொண்டு, பெரிய பெரிய முன்னேற்றங்களை இயற்றுவித்துவந்த விஞ்ஞானிகளுக்கு

ஒப்பு - relative.

எவற்றை அளக்கவேண்டும் என்பது ஏற்கெனவே தெரிந்த விஷயம். இது எதைப் போன்றது தெரியுமா? தக்க தருணத்தில் நாடக பாத்திரத்தை மேடையில் தோன்றச் செய்வதுபோல், ஒரு புதிய மனக்கோலேயோ மனக்கோட்டிட்டத்தையோ அவர்களால் தோன்றச் செய்ய முடிந்திருக்கிறது. இக்காலம்வரை, நன்ருகப் பண்படாதிருக்கும் ஆராய்ச்சித் துறையில் (முக்கியமாக மனிதனைப் பற்றிய துறையில்) கூறப்படும் ஒரு வழக்குக் கீழ்க்கண்டவாறு உள்ளது: 'ஓர் அளவு கருவியை அமை; மாறிகளாக உள்ள எல்லாவற்றையும் நியமப்படுத்தி ஏராளமான அளவுகளைக் குறி; கிடைத்த விடைகளை எல்லாம் வகுத்து ஒழுங்குபடுத்து; இதோ ஒரு புதிய விஞ்ஞான தத்துவம் துள்ளிக் குதித்துவிட்டது பார்!' இப்படி நடக்கும் என்று எண்ணுவது அறிவீனம். விஞ்ஞானச் சரித்திரத்தில் காணும் ஒரு வகைத் தோற்றத்தை வக்கிரமாக வரைந்துகாட்டும் கோணற் சித்திரமே இது புதிய அளவு-கருவிகள் மிக மிக முக்கியமாக **இருக்கலாம்**. கற்பனை நிரம்பிய சிந்தனையாளர்கள் அவற்றைக் கையாண்டபோது, அவை எத்தனையோ தடவைகளில் நற்பயன் உள்ளவையாகவும் இருந்திருக்கின்றன, உண்மைதான். ஆனுல், இந்த வழியில் சென்ருலும், அல்லது வேறெந்த வழியில் சென்ருலும், விஞ்ஞான முன்னேற்றம் கட்டாயமாக நிகழ்ந்தே தீரும் என்று ஒருவராலும் உத்தரவாதம் செய்ய முடியாது.

பாதரசமும் நீரும் சூடுறுவதில் காணும் வேக வித்தியாசத்தை மறுபடியும் சற்றே பார்ப்போம். இந்தத் தோற்றத்தை விளக்கும் வழிகளில் பின்வருவதும் ஒன்று. கண்ணுக்குத் தோன்ருததாயும் விட்டுவிடத் தக்க அளவில்

வக்கிரமாக வரைந்து காட்டும் கோணற் சித்திரம் - caricature. சூடுறுவது - warming up. வேகம் - speed.

குறைந்த எடையை உடையதாயும் உள்ள ஒரு திரவம் இருக்கிறது என்றும், வெப்பம் அதிகமான ஒரு சூழ்நிலையிலிருந்து குளிர்ச்சியாக உள்ள திரவங்களுக்குள்ளே அது ஒருகுறிப்பிட்ட விகிதத்தில்சொரிகிறது என்றும் வைத்துக் கொள்ளுவோம். அந்தப் பாவனை சரியாயிருந்தால், உஷ்ண நிலை ஒரு குறிப்பிட்ட அளவு (10 டிகிரி) உயர்வதற்கு வேண்டியது என்று குறித்த நேரம் ஒவ்வோர் ஏனத்துக்குள்ளும் சொரிந்துள்ள இந்தத் திரவத்தின் கன-அளவேயாகும். இந்தத் திரவத்தை நாம் **வெப்பம்** என்று சொல்லலாம். இப்படிப்பட்ட சிந்தனை முறையைப் பின்பற்றினால், வெப்பத்தை ஏற்கும் திறனை வெவ்வேறு அளவுகளில் நீரும் பாதரசமும் பெற்றிருக்கின்றன என்று சொல்லலாம். ஏனென்றால், நீரின் வெப்பத்தை 10 டிகிரி உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்பம் அதே எடையுள்ள பாதரசத்தின் வெப்பத்தை 10 டிகிரி உயர்த்துவதற்கு வேண்டிய வெப்பத்தைப் போல் 27 மடங்காக இருக்கிறது. சுமாராக இப்பேர்ப்பட்ட ஏதோ ஒரு ரீதியில் வழக்காடிய பிளாக்கு **சுய வெப்பம்** என்னும் மனக்கோளை வந்தடைந்தார். எடைக்கெடை என்பதை அடிப்படையாகக் கொண்டு, நீரின் வெப்ப ஏற்புத் திறனோடு ஒப்பிடப்பட்ட ஒரு பொருளின் வெப்ப ஏற்புத் திறனே அப் பொருளின் சுய வெப்பம் என்று இதற்கு வரையறை கூறலாம். எடுத்துக் கொண்ட நீரின் சுய வெப்பத்தின் எண்மதிப்பை 1 என்று வைத்துக்கொண்டால், சுயவெப்ப அளவுத்திட்டம் ஒன்றை அமைப்பது நமக்குச் சௌகரியமாக இருக்கும். இப்படி வைத்துக்கொண்டால், பாதரசத்தின் சுயவெப்பம் சுமார் $\frac{1}{27}$

விட்டுவிடத்தக்க அளவில் குறைந்த-negligible. சூழ்நிலை-environment. சுய வெப்பம் - specific heat. வெப்ப ஏற்புத்திறன் - heat capacity. எண் மதிப்பு - numerical value.

அதாவது சுமார் 0·037 ஆகும். (இதைத் திருத்தமாக அளவிட்டால் 0·033 என்னும் எண் கிடைக்கிறது.)

வெவ்வேறு உஷ்ணநிலையிலுள்ள திரவங்களைக் கலப்பதால் ஏற்படும் உஷ்ணநிலை மாறுபாடுகளை முறைப்படக் கூறச் சுயவெப்ப மனக்கோள் ஏற்றது என்று தோன்றுகிறது, அல்லவா? உதாரணமாக, முறையே 40° F.உம், 80° F.உம் உள்ள சம கன-அளவுள்ள நீரையும் பாதரசத்தையும் கலப்பதாக வைத்துக்கொள்ளுவோம். பாதரசத்தின் சுயவெப்பம் 0·33 ஆக இருக்குமானால், அந்தக் கலவையின் உஷ்ணநிலை 60°F ஆக இராது, சுமார் 52° F. ஆகவே இருக்கும் என்று கணக்கிட முடியும். பரிசோதனை இந்தக் கணக்கை உறுதிப்படுத்திற்று. வாஸ்தவத்தில், பற்பல பொருள்களின் சுயவெப்பத்தைத் தீர்மானிப்பதற்கு இவ்வகைப் பரிசோதனையே பல வருஷங்களாக மிகவும் திருத்தமான முறையாக இருந்துவந்தது.

பிளாக்கும் அவருடைய சமகாலத்தவர்களாலும் சாதாரணத் தோற்றங்களான உறைதலையும் கொதித்தலையும் பற்றிய முக்கிய அளவுகளைக் குறிக்கவும், அவற்றின் விளைவுகளை முறைபடக் கூறவும் முடிந்தது. இந்த விஷயத்திலும் வீட்டில் செய்யக்கூடிய ஓர் எளிய பரிசோதனை ஒரு புதிய மனக்கோளின் வளர்ச்சிக்கு உதாரணம் காட்ட உதவும். துண்டு துண்டாக உடைத்த பனிக்கட்டியின் ஒரு கொடுத்த அளவை (1 அவுன்சை) ஓர் ஒயின் கிண்ணத்தில் போடு. அந்தக் கிண்ணத்தை (சுமார் 70°F. ஆக இருக்கும்) ஒரு கதகதப்பான அறையில் வை. இடையிடையே தெர்மாமீட்டரால் பனிக்கட்டியைக் கிளறு. நேரத்தைக் குறி. பனிக்கட்டியின் கடைசிப் பகுதி உருகிப் போகும்வரை—இதற்குச் சற்றே நேரம் ஆகும்—

சமகாலத்தவர் - contemporaries.

தெர்மாமீட்டர் கிட்டத்தட்ட 32° F.ஐயே காட்டிக் கொண்டிருப்பதைக் காணலாம். முந்திய பத்தியில் எடுத்துக் கூறப்பட்ட கருத்துக்களின்படி இப்போது நடப்பது என்ன ? வெப்பம் உள்ளே சொரிந்து பனிக் கட்டியை நீராக உருக்கிக்கொண்டிருக்கிறது என்று நாம் சொல்லலாம். எவ்வளவு என்று நம்மால் மதிப்பிட முடியுமா? முடியும்; அதாவது **ஒப்பு நிலையில்** முடியும். ஒரு கொடுத்த எடையுள்ள நீரை அதே சூழ்நிலையில் வெப்ப மேற்றுவதற்குத் தேவையான நேரத்தை அதோடு ஒப்பிட் டால் முடியும். இதை நடத்திவைக்க ஒரு வழி இருக் கிறது. அது பின்வருமாறு : 33—34° F. ஆகக் குளிர்விக் கப்பட்ட 2 அவுன்சு பனிக்கட்டியையும் 2 அவுன்சு நீரையும் ஓர் ஒயின் கிண்ணத்தில் இடு. மற்றொரு கிண் ணத்தில் 33—34° F. ஆகக் குளிர்விக்கப்பட்ட 4 அவுன்சு நீரை வார். 70—75° F. ஆக இருக்கும் ஓர் அறையில் அந்த இரண்டு கிண்ணங்களையும் ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்றாக வை. சுமார் ஒரு மணி நேரத்தில் தோராயமாக 1 அவுன்சுப் பனிக்கட்டி உருகுகிறது (நீரின் கன-அளவு 3 அவுன்சாக ஆகிறது) என்று காணலாம். இரண்டாவது கிண்ணத்து நீரின் உஷ்ணநிலை முதல் கால் மணி நேரத்தில் 8—10° F. உயரும். இந்த உயர்வு மணிக்கு 32—40° F. ஆக இருக்கிறது. ஒரு மணி நேரத்தில் நீர்-பனிக்கட்டிக் கலவைக்குள் சொரியப்படும் மொத்த வெப்பத்தின் அள வாக இதைக் கருதலாம். சுய வெப்பங்களைப் பற்றிய கருத்துத் திருப்தியான கருத்தானால், 32—40° F. அளவு வெப்பமேற்றிய 4 அவுன்சு நீர் 1° அளவு வெப்பமேற்றிய 128—160 அவுன்சு நீருக்கு ஈடானது. ஆனால், 1 அவுன்சு

ஒப்புநிலையில் - in relative terms. உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் - latent heat of melting.

பனிக்கட்டியை உருக்குவதற்கும் இவ்வளவு வெப்பம் தேவையா யிருப்பதாகத் தெரிகிறது. இந்த வெப்பத்துக்குப் பிளாக்கு **உருகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம்** என்று பெயர் கொடுத்தார். அதைப் பலவகையாக அளந்தார். அவற்றுள் ஒன்று நாம் இப்போது குறிப்பிட்ட முறையைப் பெரும்பான்மையும் ஒத்தது. இதை நாம் இளகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் என்று பலகாலும் குறிப்பிடுகிறோம். ஒரு குறிப்பிட்ட எடையுள்ள நீரை ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணிக்கையுள்ள டிகிரி உயர்த்துவதற்குத் தேவையான வெப்பநிலையின் அளவை அலகாக வைத்துக் கொண்டால் இப்படி வரையறுத்த அலகுகளின் மூலமாக இந்த உள்ளுறை வெப்பத்தைத் தெளிவாக வெளியிட முடியும்.

கொதித்தல் என்னும் தோற்றத்துக்கும் உள்ளுறை வெப்பம் என்னும் மனக்கோளைப் பயன்படுத்தலாம். 970 பவுண்டு நீரை 1° F. உயர்த்துவதற்கு எவ்வளவு வெப்பம் தேவையாக இருக்கிறதோ அதே அளவுள்ள வெப்பம் ஒரு பவுண்டு நீரை நீராவியாக மாற்றும்போதும் உட்கவரப்படுகிறது என்று தெரிகிறது. 1 பவுண்டு நீராவி திரவமாகச் சுருங்கும்போதும் அதே அளவுள்ள வெப்பமே வெளிவிடப்படுகிறது. (ஒரு தொகுதி நீரில் நீராவியைச் செல்லவிட்டு, நீராவி திரவமாய்ச் சுருங்குவதால் ஒவ்வொரு பவுண்டாக எடை அதிகமாகி வரும்போது ஏற்படும் உஷ்ணநிலை உயர்வைக் குறித்து வந்து இதைத் தீர்மானிக்கலாம்.)

சுய-வெப்பம், உள்ளுறை வெப்பம் என்னும் கருத்துக்களை விளக்கிக் கூறுவதற்கு, 'வெப்பம் என்பது ஒரு வகையான சூக்குமப் பாய்பொருள்' என்னும் பாவனை உள்ளடங்கிய ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தை நான் உபயோ

இளகுதலின் உள்ளுறை வெப்பம் - latent heat of fusion. அலகு - unit. உட்கவரப்படுதல் – absorption. வெளிவிடப்படுகிறது - given off. சூக்குமப் பாய்பொருள் - subtle fluid.

கித்திருக்கிறேன். ஆயினும், வெப்பம் என்பது ஒரு பாய் பொருள் என்ற கருத்து இந்த வழக்குக்கு ஒரு முக்கிய மான பகுதியாக இருக்கவேண்டியதில்லை. ஏனென்றால், வெப்பம் என்பது நுண்ணிய துகள்களின் இயக்கத்தோடு சம்பந்தப்பட்டது என்று இப்போது நாம் கருதுகிறோம். இது பலரும் நன்கறிந்த விஷயம். ஆயினும், 'வெப்பம் என்பது சொரியக்கூடிய ஏதோ ஒன்று' என்னும் கருத்தே சுய-வெப்பம் உள்ளுறை வெப்பம் என்னும் மனக்கோள் கள் விரைவாக வளர்ச்சியடையத் துணை செய்ததாகத் தெரிகிறது. ஆனபோதிலும், 'கலோரிகப் பாய்பொருள்' என்னும் ஒன்று குளிர்ந்த பொருள்களில் காணப்படுவதை விட அதிக அளவில் வெப்பப் பொருள்களில் காணப்பட் டது என்னும் கருத்தையும், பனிக்கட்டித் துண்டுகள் நீராக மாறியபோது அது அவைகளால் ஏற்றுக் கொள்ளப்பட் டது என்னும் கருத்தையும் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடுப் பகுதி வாக்கில் எல்லோரும் கைவிட்டாய்விட்டது.

கலோரிகக் கோட்பாட்டின் எழுச்சி வீழ்ச்சிகளின் சரித்திரத்தைப் படிப்பது பல காரணங்களால் பயனுள்ள தாக இருக்கும். ஆனால், அந்த விஷயத்தை மேலும் ஆராய வேண்டுமானால், இந்த நூலில் நாம் கொடுக்கக்கூடிய இடத்தைக் காட்டிலும் அதிகம் வேண்டியிருக்கும். இங்கே நான் அந்த மனக்கோட் திட்டத்தைப் பற்றிக் கவனிக்க முயலப் போவதில்லை. அந்த மனக்கோட் திட்டம் அழிந்த பின்பும் நிலைத்திருந்த இரண்டு விசேஷ மனக்கோள்களை மட்டும் கவனிக்கப்போகிறேன். சுய-வெப்பம், உள்ளுறை வெப்பம் ஆகியவைகளின் வரையறை, அடிப்படையில், ஜோஸப் பிளாக்கு கூறியபடியே இந்நாள் வரையிலும்

நுண்ணிய துகள்கள் - particles. சொரிதல் - flow. கலோரிகப் பாய் பொருள் - caloric fluid. கலோரிகக் கோட்பாடு - caloric theory. ஜோஸப் பிளாக்கு - Joseph Black.

இருந்து வருகிறது. அரிய அகக்கண் வாய்ந்த ஓர் ஆராய்ச்சியாளராகிய பிளாக்கு ஓர் அளவு - கருவியைக் கொண்டு செய்த அளவியல் பரிசோதனைகளிலிருந்து புதிய மனக்கோள்களைத் திருத்தமாக முறைப்படக் கூறினார். அவராலும் அவரை அடுத்துப் பின்பற்றியவர்களாலும் மிக எளிய கணிதத்தின் மூலம் கணக்கிடும் முறை ஒன்றை வளர்க்கவும், ஏராளமான வெப்பவியல் தோற்றங்கள் நிகழக் கூடும் என்று ஜோஸியம் சொல்லவும் முடிந்தது. துளை யைச் சோதித்து, அளவு கோடிடப்பட்ட தெர்மாமீட்டர் இந்தத் துறையில் உபயோகத்துக்கு வருவதற்குமுன் உஷ்ணநிலையையும் வெப்பத்தையும் ஒட்டிய ஒழுங்கான தத்துவத் தொகுதி யாதொன்றும் இல்லை. இந்தக் கருவி வந்து ஒரு தலைமுறை ஆவதற்குள் மிகவும் திருப்திகரமாயும் மிகமிகப் பயனுள்ளதாயும் உள்ள ஒரு திட்டச் சுருக்கம் பரிணமித்துவிட்டது. அளவு கருவிகளுக்கும் அளவியல் பரிசோதனைகளுக்கும் சாமர்த்தியமான அனுமானத்துக்கும் உள்ள உறவை எடுத்துக் காட்டுவதற்கு ஜோஸப் பிளாக்கு வெப்பத் துறையில் செய்த வேலையைக் காட்டிலும் சிறந்த உதாரணம் வேறொன்றும் வேண்டியதில்லை என்று தோன்றுகிறது.

கணித உண்மைகளும் உத்தேசமான அறிவும்.

கருவிகள் எவ்வளவு துல்லியமாக அமைந்திருந்த போதிலும், பரிசோதனைகளின் கவனக்குறிப்புக்களில் பலகாலும் பிழைகள் ஏற்படுவது இயல்பு. அளக்கக் கூடிய அளவு ஒன்றில் (உதாரணமாக உஷ்ணநிலையில்)

வெப்பவியல் தோற்றங்கள் - thermal phenomena. துளையைச் சோதித்து அளவு கோடிடப்பட்ட - calibrated. திட்டச் சுருக்கம் - outline of a system. பரிணமித்தல் - evolve. சாமர்த்தியமான - ingenious. உத்தேச மான அறிவு - probable knowledge.

காணும் மாறுபாடுகளைக் கவனித்து, மற்ற அளவுகளை ஆதாரமாகக் கொண்ட கணக்குகளை ஏற்றவாறு போட்டால், பிழையான இவ்விடைகளில் சிலவற்றைத் 'திருத்த' முடியும். நிலைத்திரவ அழுத்தத்தின் மாறுபாடுகளைக் குறித்து, அதன் மூலமாக ஆழத்தை அளக்கக்கூடும் என்பதை ஒட்டிய சந்தர்ப்பத்தில் இந்தச் செயல்முறை முன்னமே கூறப்பட்டிருக்கிறது. இவ்வகைப் பிழைகளைத் தவிர, அளவுகளிலும் நம்பத்தகா நிலைகள் இருக்கின்றன. மீள மீளக் கவனித்தால், ஒன்றுக்கொன்று இலேசாக மாறுபடும் மதிப்புக்கள்தாம் கிடைத்து வருகின்றன. ஒவ்வொரு பரிசோதகரும், கிட்டத்தட்ட ஒருவருமே பாக்கியில்லாமல், காணக்கூடிய விஷயம் இது. தம்முடைய முடிவுகளைப் பதிவு செய்யும்போது பரிசோதகர் ஒரு குறிப்பிட்ட எண்ணைக் குறித்துவிட்டு, அதன் பின் + (பிளஸ்) அல்லது - (மைனஸ்) ஒரு பிழை என்று ஒரு சொற்றொடரை எழுதுவதைக் காணலாம். (அப்படி எழுதினால், அந்த எண் மிகவும் திருத்தமானது அன்று என்றும், திருத்தமான எண் அதில் அவர் குறிப்பிட்ட அளவு கூடுதலாகவோ குறைவாகவோ இருக்கும் என்றும் பொருள்.)

தூரத்தை அளக்க அளவு நாடாவை உபயோகித்தவர் எவருக்கும் இம்மாதிரியான ஓர் அனுபவம் ஏற்பட்டிருக்கும். அவர் 'இந்த அறை சுமார் 10 அடி 10 அங்குல நீளம் இருக்கிறது; ஆனால், எனக்கு அங்குலத்தின் பின்னங்களைப் பற்றி நிச்சயமில்லை' என்று சொல்லலாம் அந்த முடிவைக் குறிப்பிட அவர் 10 அடி 10 அங்குலம் $\pm 0{\cdot}5$ அங்குலம் என்று எழுதக்கூடும்; அப்படி எழுதினால், அதன் அனேகமாகத் திருத்தமான மதிப்பு

திருத்த - ccorret. நம்பத்தகாநிலை -uncertainty.

10 அடி $8\frac{1}{2}$ அங்குலத்துக்கும் 10 அடி $11\frac{1}{2}$ அங்குலத்துக்கும் இடையே இருக்கும் என்பது கருத்து.

ஒரு பரிசோதனையை ஒவ்வொரு தடவையும் ஒன்று போலவே செய்ய முடியும் என்று நம்புவது எவ்வளவு தூரம் சரி என்றும் வினவ இடமுண்டு, சந்தேகமில்லை. இந்தப் பிரச்சினையை ஏற்கெனவே முந்திய அத்தியாயம் ஒன்றில் குறிப்பிட்டாய்விட்டது. இயற்கை ஒருசீரான தன்மை உடையது என்று நாம் நம்புவது விவேகத்தில் வேரூன்றிப் பிறந்த ஒரு நம்பிக்கை என்றே எனக்குத் தோன்றுகிறது. அப்படியிருந்தும், அனுபவத்திலிருந்து பெறப்படும் அறிவை விவேக ரீதியில் முறைப்படக் கூறியிருந்தாலும், அது ஓரளவு உத்தேசமானதுதான் என்று நவீன தத்துவ-ஞானிகள் சிலர் கருதுகிறார்கள். இந்த வகையாக வழக்குப் பேசுபவர்கள் சொல்வதுதான் சரி என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. பூத உலகம் என்று நாம் கூறுவதைப் பற்றிய அறிவெல்லாம் ஓர் உத்தேச நிறமாலையில் விரிந்து கிடக்கிறது. அதன் ஒரு கோடி பெரும்பாலும் நிகழத்தக்க தன்மையை உடையதாய் இருக்கிறது. ஆதலால் அதை நாம் சாதாரணமாக ‘மிகவும் நிச்சயமானது’ என்றே கருதுகிறோம். ஆன போதிலும், கணிதத்தைப் போன்ற அறிவு வகை இதிலிருந்து முற்றும் வேறுபட்ட மற்றொரு வருக்கத்தைச் சேர்ந்தது என்று இப்போது பொதுவாகக் கருதுகிறார்கள். அந்த அறிவு நிச்சயமானது. ஏனென்றால், அது வரிசையான சிற்சில வரையறைகளிலிருந்து தர்க்க ரீதியில் பெறப்படுகிறது. கணித உண்மைகளைப் பற்றித் தத்துவ-ஞானிகள் கொண்ட கருத்துக்கள் பத்தொன்

பூத உலகம் - physical world. உத்தேச நிற மாலை - spectrum of probabilites. அறிவு வகை - type of knowledge. வருக்கம் - category.

பதாம் நூற்றூண்டுக்கு முன் முற்றும் வேறுவிதமாக இருந்தன. ஆனால் 12 அங்குலம் = 1 அடி என்று நாம் கூறுவது உண்மையாயிருப்பது போலவே, கணிதத்தின் உண்மைகளும் இருக்கின்றன என்று பலர் முடிவு செய்திருக்கிறார்கள். பலவகையான ஜியோமிதிகளைக் கண்டு பிடித்ததும், தர்க்க நிபுணர்கள் பின்னர்ச் செய்த செயல்களும் இதற்குக் காரணமாக இருந்தன.

யூக்ளிடின் தேற்றங்கள் அவருடைய ஒப்புக்கோள்களிலிருந்து பெறப்படுகின்றன. ஆனால், வேறு வகையான ஒப்புக்கோள்களிலிருந்து வேறு வகையான தேற்றங்கள் பெறப்படுகின்றன. ஒரு 'மட்டமான' பரப்பின் மீது ஜியோமிதி உருவங்களை வரைந்தால், அப்போது காணுவதை 'உண்மையாக' வெளியிடுவதே யூக்ளிடின் ஜியோமிதி என்று ஒரு முதல் தோராயமாகக் கூறலாம். இந்தத் தோராயம் அநேகமாகச் சரியானதுதான் என்பது வாஸ்தவம்; ஆனால், (மட்டப் பரப்பில் உருவங்களை இட்டுக் காட்டாத) மற்ற ஜியோமிதிகளில் போல யூக்ளிடின் 'உண்மைகளும்' நிஜமாக நேரில் அளந்து பார்ப்பதோடு சம்பந்தப்படாதவை. மிகப் பெரும் தூரங்களையும், மிக அதிகமான வேகங்களை உடைய துகள்களின் இயக்கங்களையும் கவனிக்கும்போது, அவைகளில் காணும் முடிவுகளை முறைபடக் கூறுவதற்கு யூக்ளிடின் ஜியோமிதி போதிய தகுதியுடையதுதானா என்னும் பிரச்சினைகள் எழுகின்றன. ஆனால், சார்பு-நிலைக் கொள்கை, சக்திக் கொத்துப் பௌதிகம் என்னும் ஒரு துறையின் (இது விளங்குவதற்குக் கஷ்டமானது) எல்லையை இங்கும் நாம் அடைந்துவிடுகிறோம். கணித வகைகள் எல்லாம் தூய

யூக்ளிடு - Euclid. தேற்றம் - theorem. ஒப்புக்கோள் - postulate. மட்டமான - flat. உருவங்கள் - figures. சார்பு நிலைக் கொள்கை - relativity. சக்திக் கொத்துப் பௌதிகம் - quantum physics.

கருத்துக்களை ஒட்டியவை என்று சுட்டிக் காட்டினால், அதுவே நாம் இப்போது எடுத்துக்கொண்ட விஷயத்துக்குப் போதுமானது. தர்க்க முறைகளின் மூலம் இந்தக் கருத்துக்களைக் கையாண்டால், சக்தி பொருந்திய ஒரு பெரிய கருவித் தொகுதி நமக்குக் கிடைக்கிறது. கவனக் குறிப்புக்களிலிருந்தும் பரிசோதனைகளிலிருந்தும் பெறப்படும் முடிவுகளில் அந்தக் கருவித் தொகுதியை நாம் உபயோகப்படுத்தக்கூடும்.

தூய கருத்துக்கள் பரிசோதனையாளருக்கு மிக மிகப் பயனுள்ளவையாய் எப்படி இருக்க முடியும் என்று காட்டுவதற்காக, நிலைத் திரவ-இயல், பாயில் விதி என்னும் எளிய உதாரணங்களை இந்த அத்தியாயத்தில் சற்றே விரிவாகக் கூறியிருக்கிறேன். நீர், காற்று என்பவைகளைப் போன்ற பொருள்களின் நடத்தையை ஆராய்பவர்களுக்கு ஆதர்சத் திரவம், ஆதர்ச வாயு என்னும் மனக்கோள்கள் மிகவும் பயன்பட்டிருக்கின்றன. உறுதித் தன்மை வாய்ந்த கணித உண்மைகளிலிருந்து முறைபடக் கூறப்பட்ட சில விவரணங்கள் பெறப்படுகின்றன. கவனக் குறிப்பாலும் பரிசோதனைகளாலும் பெறப்பட்ட உத்தேச - அறிவை அவற்றோடு பல்வேறு ஏற்பாடுகளால் இணைத்துப் பொருத்தக்கூடும். நவீன விஞ்ஞானம் என்னும் ஒரு கோப்பாக அமைந்த மனக்கோள்களையும் மனக்கோட் திட்டங்களையும் ஜாக்கிரதையாகப் பகுத்தாராய்ந்தால், கணித உண்மைகள், அளவியல் கவனக்குறிப்புக்கள் ஆகியவற்றின் ஒரு விநோதமான கலப்பே அவை என்பது தெரிகிறது. கணித நிபுணர், கருவித் தொழிலாளி, பரிசோதகர் ஆகியோர் அனைவரும் இந்த விநோதக் கோப்பை அமைப்பதில் பங்கு எடுத்துக்கொண்டவர்கள். இந்தப்

ஆதர்சத் திரவம் - ideal fluid. ஆதர்ச வாயு-ideal gas. கோப்பு - fabric.

புத்தகத்தின் இனிவரும் பகுதியில் அளவியல் அளவுகளைப் பற்றிச் சிறிதே சொல்லப்படும்; கணிதத்தைப் பற்றி நேர்முகமாகக் கிட்டத்தட்ட ஒன்றுமே சொல்லப்படாது. ஆனபோதிலும், கணிதத் துறையில் புதிய கருவிகளும், அளவிடுவதற்குரிய புதுப்புது ஆயுதங்களும் வளர்ச்சி பெற்றதால் மட்டுமே பௌதிகத்திலும் இரசாயனத்திலும் புதிய மனக்கோட் கிட்டங்களை அமைப்பது சாத்திய மாயிற்று. இந்த விஷயம் வாசகர்களுக்குத் தெரியும் என்று வைத்துக்கொண்டே மேல் செல்லுவோம்.

விஞ்ஞான விளக்கத்தைப் பற்றிய ஒரு நூலில் கோட் பாட்டையும் செயல் முறையையும் பாரபட்சமில்லாமல் கூறுவது மிக மிகக் கஷ்டமானது. பண்பியல், அளவியல் என்னும் இரு வகை அனுமானங்களுக்கும் பரிசோதனை களுக்கும் உள்ள முக்கியத்துவத்தைச் சீராக மதிப்பிடு வதும் இதைவிட இன்னும் கஷ்டமானது நவீன விஞ்ஞான சரித்திரத்தைக் கவனித்தால், ஒரே ஒரு தனி முறை என்பது கிடையாது என்றும், முன்னேற்றத்துக்கு ஒரே ஒரு நிச்சயமான வழி என்பதும் கிடையாது என்றும் வற்புறுத்த மட்டும் செய்யலாம். ஒரு காலத்தில் செயல்முறைகளின் ஒரு வகையாலும், மற்றொரு காலத்தில் மற்றொரு வகையாலும் முன்னேற்றம் விரைவாக நடை பெறுகிறது. கணிதத்தையும் அளவுகளையும் மட்டுக்கு மிஞ்சி ஒருவரும் வணங்கவேண்டியதில்லை. ஆனால் பாமர முறையில் கவனிப்போர்களும் அவற்றை ஒருநாளும் ஒதுக்கிவிடலாகாது; ஒதுக்கிவிடவும் முடியாது.

ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தின் பிறப்பு: இரசாயனப் புரட்சி

இந்த அத்தியாயத்தில் கணிதமே கிடையாது. ஆன போதிலும், விஞ்ஞானத்தைப் பற்றி மிகக் குறைவாகத் தெரிந்த, அல்லது ஒன்றும் தெரியாத, வாசகர்களுக்கு இந்த அத்தியாயம் கஷ்டமாக இருக்கலாம். ஏனென்றால், நான் இப்போது மேல்வாரியாகக் கூறப்போவது முதல்தரமான முக்கியத்துவம் பொருந்திய ஒரு விஞ்ஞானப் புரட்சியைப் பற்றி. இந்த விஷயம் இரசாயனத்தின் பிறப்போடு சம்பந்தப்பட்டது என்று சொன்னால் மிகையாகாது. ஏனென்றால், இந்தச் சரிதத்தில் முக்கிய பாத்திரமாக உள்ளவர் லவாய்சியே; அவர் நவீன விஞ்ஞானத்தின் தந்தை என்று நெடுங்காலமாக வழங்கப்பட்டு வந்திருக்கிறார்.

ஆனால் இந்த ஓரளவு சிக்கலான கதையை இங்கே சேர்ப்பதற்குக் காரணம் அது விஞ்ஞான சரித்திரத்தில் ஒரு புதிய யுகத்தை உண்டுபண்ணிய நிகழ்ச்சி என்பது அன்று. பரிசோதனைக் கவனக்குறிப்புக்களின் விளைவாக ஒரு மனக்கோட் திட்டம் பற்பல படிகளாக எப்படி முதிர்ச்சியடைந்து வருகிறது என்று உதாரணம் காட்டு வதற்கு அதை உபயோகிக்கலாம் என்பதே என்னுடைய உத்தேசம். ஏனென்றால், லவாய்சியே தம்முடைய புதிய கருத்துக்களைப் படிப்படியாக வளர்த்துவந்த வழியைப் பற்றிக் கிட்டத்தட்ட முழுமையான குறிப்பு நமக்குக்

இரசாயனப் புரட்சி - Chemical Revolution. இரசாயனம் - chemistry. லாவாய்சியே - Lavoisier. நவீன விஞ்ஞானத்தின் தந்தை - father of modern chemistry. புதிய யுகம் - new epoch.

கிடைக்க நேர்ந்திருக்கிறது. பரிசோதனை விளைவுகளைப் பொருள்கொள்வது எவ்வளவு சிரமமானது என்பதையும் அதன் மூலமாக நம்மால் தெளிவாகக் காணமுடிகிறது. ஏனென்றால், கடைசிப் படி அருகில் வந்துவிட்டது என்று இருந்த சமயத்தில், லவாய்சியே ஒரு பரிசோதனையைத் தவறாகப் பொருள் கொண்டார்; வழி பிசகிவிட்டது. கால்-பந்து ஆட்டத்தில் ஒரு மிக முக்கியமான சமயத்தில் என்ன நேர்ந்தது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ளுவதற்கு அச் சமயத்திலேயே எடுக்கப்பட்ட 'மெல-இயங்கு படம்' துணை செய்வது போலவே, விஞ்ஞானத்தில் புதிதாகக் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட புரட்சிகரமான ஒரு விஷயத்தின் போக்கை நாம் கவனிப்பதற்கு ஏற்ற வசதிகள் இந்த விஷயத்தில் கிடைத்திருக்கின்றன. இதில் வேறு சில கவர்ச்சிகரமான பகுதிகளையும் காணலாம். விஞ்ஞானத்தில் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு விஷயம் பயனுள்ளதாக இருக்க வேண்டுமானால், அதற்கேற்றபடி காலமும் பக்குவமாக இருக்கவேண்டும் என்பதும் இதில் நன்கு தெரியவருகிறது. மேலும், மாறிகளை நியமப்படுத்துவதின் முக்கியத்துவமும் இதில் பார்த்த உடனேயே நன்கு தெரிகிறது. இரசாயனி உபயோகிக்கும் பொருள்களின் தூய்மையைப் பற்றிய நியமங்களை ஏற்படுத்துவது முக்கியம் என்பதை இது சுட்டிக் காட்டுகிறது. ஒரு மனக்கோட் திட்டம் ஒப்புக் கொள்ளப்படுவதற்கு மற்றொரு மனக்கோட் திட்டம் ஒரு முழுத் தடையாக எப்படி இருக்கக்கூடும் என்றும், பலர் சேர்ந்து குறைகூறும் ஒரு கோட்பாட்டைக் காப்பாற்றும் பொருட்டுச் சந்தர்ப்பத்துக்கேற்ற பாவனைகளைச் சில காலம் வரை எப்படி உபயோகிக்கக் கூடும் என்றும் இதில் கடைசியாகப் பார்க்கப் போகிறோம்.

மெல-இயங்கு படம் - slow motion picture.

லவாய்சியேயின் பெயரோடு சம்பந்தப்பட்ட இரசாயனப் புரட்சியின் பொருளை எளிதில் தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், முதலில் தகனம் என்னும் நிகழ்ச்சியை நவீன மனக்கோள்களின் மூலமாக வர்ணிக்கவேண்டும். பின்பு, கிட்டத்தட்ட நூறு வருஷ காலமாக இதைப் பற்றி வேறெந்தக் கருத்துக்கள் எவ்வாறு ஆதிக்கம் பெற்றிருந்தன என்று காட்டவேண்டும். பெரும்பான்மையும் ஆக்ஸிஜன் வாயு, நைட்ரஜன் வாயு என்பவைகளின் கலவையே காற்று என்றும், மேலும், ஒரு மெழுகுவர்த்தியோ தீக்குச்சியோ அல்லது புகைச்சுருட்டோ 'எரியும்' போது ஆக்ஸிஜன் சம்பந்தப்பட்ட ஓர் இரசாயனக் கிரியையின் மூலமாக வெப்பமும் ஒளியும் வெளிப்படுகின்றன என்றும் இரசாயனம் கற்கும் ஒவ்வோர் உயர்தரப் பள்ளி மாணவனுக்கும் அனேகமாகத் 'தெரியும்'. இந்தக் கிரியைக்குத்தான் 'தகனம்' என்று பெயர். மூடிய இடம் ஒன்றில் போதுமான அளவு பொருளை எரித்தால் ஆக்ஸிஜன் தீர்ந்து போகிறது. அக் காரணத்தால் தகனம் நின்று விடுகிறது. எரிவது என்ன ? 'கார்பன் கூட்டுப்பொருள்களின் ஒரு தொகுதி' என்று எல்லா மாணவர்களும் சொல்லாவிட்டாலும்கூடச் சிலராவது அப்படிச் சொல்லுவார்கள். வேறு சிலர் இப்படிச் சொல்வதோடு தகனத்தின் விளைவுகள் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடும் (CO_2), நீரும் (H_2O) என்றும் சொல்லுவார்கள். உருகிய தகரத்தைக் காற்றில் நெடுநேரம் அதிகமான உஷ்ணநிலையில் வெப்பமுறச் செய்தால், பளபளவென்றிருந்த உலோகத்தின் மேலாக ஓர் ஏடு மூடும். இந்த ஏடு ஓர் உலோகம் அன்று என்பது நிச்சயம். இப்போது நடந்திருப்பது என்ன ? ஆக்ஸிஜ

தகனம் - combustion. இரசாயனக் கிரியை - chemical reaction. கார்பன் கூட்டுப்பொருள் - carbon compound. கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு - carbon di-oxide. தகரம்-tin - ஆக்ஸிஜன் - oxygen.

னேடு ஒரு கூடுகை ஏற்பட்டிருக்கிறது—ஓர் ஆக்ஸைடு உண்டாக்கப்பட்டிருக்கிறது—என்று நல்ல மாணவர்கள் விடை சொல்லுவார்கள். இது சரி. உலோகப் பொருள் அல்லாத இந்த ஆக்ஸைடைக் கார்பனேடு வெப்பமுறச் செய்வதாக வைத்துக்கொள்வோம். அப்போது என்ன நிகழும்? கார்பன் ஆக்ஸிஜனேடு கூடும்; கார்பனின் ஆக்ஸைடு ஒன்றை அளித்து, உலோகத்தைத் தனியாக விட்டுவிடும். இரும்புத் தாதுவிலிருந்து இரும்பை இயற்றும்போது நடப்பது இதுதான் என்று உலக விஷயம் தெரிந்த பாமரர்கள் சொல்லுவார்கள்.

இதெல்லாம் எளிதாகவும் சாதாரணமாகவும் தான் இருக்கிறது. உயர்தரப் பள்ளிச் சோதனைச்சாலைகளில் உள்ள மாணவர்களைச் செய்யச் சொல்லி இதை நிரூபித்து விடலாம். ஆயினும், நாம் இக்காலத்தில் 'சரி' என்று சொல்லும் இந்த வியாக்கியானத்தைப் பற்றி அமெரிக்கப் புரட்சிக்காலத்தில் வாழ்ந்த தத்துவஞானிகளிலோ பரிசோதகர்களிலோ நூற்றிலொருவராவது நமக்கு யாதொன்றையும் குறிப்பாகக் கூடச் சொல்லியிருக்க முடியாது. அதற்குப் பதிலாக, 'புளொஜிஸ்டான்' என்பதைப் பற்றிப் பிரமாதமாக, புலமை மிக்க முறையில், அவர்கள் பேசியிருப்பார்கள். இந்த நூலைப் படிப்பவர்களில் இரசாயனிகளைத் தவிர மற்றப் பேர்களுக்கெல்லாம் இந்தப் பெயர் அதிகமாகத் தெரிந்திராது. நியூட்டன் காலத்துக்குக் கிட்டத் தட்ட நூறு வருஷங்கள் ஆகிவிட்ட பின்னும், தகனம் எனப்படும் மிகச் சாமானிய விஷயம் விஞ்ஞானிகளுக்கும் கூட விளங்காமலே இருந்துவந்தது. விஞ்ஞான விளக்கம்

கூடுகை - combination. உலோகப் பொருள் - metallic substance. இரும்புத் தாது - iron ore. உலக விஷயம் தெரிந்த பாமரன் - sophisticated layman. அமெரிக்கப் புரட்சி - American Revolution. புளொஜிஸ்டான் - phlogiston.

அடைய விரும்புவோராயும், 'இதுவே விஞ்ஞான முறை' என்று நுனி நாவால் பேசுவோராயும் உள்ள பலருக்கும் இந்த விஷயத்தை வற்புறுத்துவது அவசியம்.

இரசாயனப் புரட்சி அமெரிக்கப் புரட்சிக்குக் கிட்டத்தட்டச் சமகாலத்தில் நிகழ்ந்தது என்று சொல்லலாம். ஆகவே அது பிரெஞ்சுப் புரட்சிக்குச் சற்றே முற்பட்டது. மற்றவர்கள் செய்திருந்த வேலையையே ஆதாரமாகக் கொண்டு, துணையின்றித் தன்னந்தனியாக இரசாயனப் புரட்சியை இயற்றியவர் லவாய்சியே. புரட்சி ட்ரிப்யூனின் செயலால் (அந்தப் பெரிய சமூக அரசியல் கிளர்ச்சியின் அடிப்படைக் கொள்கைகளுக்கு அவர் எவ்விதத்திலும் விரோதியாக இல்லாதிருந்த போதிலும்) 1794ல் தம்முடைய தலையை அவர் பறிகொடுத்தார். (பூர்கிராய் என்னும்) தம்முடைய விஞ்ஞானத் துணைவர் ஒருவரால் அவர் காட்டிக்கொடுக்கப்பட்டாரா இல்லையா என்பது ஒரு கவர்ச்சிகரமான சரித்திர வினா. அந்தத் துணைவர் அக்காலத்தில் ஆதிக்கம் பெற்றிருந்த தீவிரக் கட்சியை முழு மனத்தோடும் ஆதரிக்கவாவது செய்தவர் என்பதில் சந்தேகமில்லை. வாஸ்தவத்தில், இந்த நிகழ்ச்சி-வரலாற்றிலிருந்து கிளைத்து எழும் கவர்ச்சிகரமான விஷயங்கள் பல. இந்தக் கடைசி விவாதத்தில் முக்கிய பாத்திரமாக இருந்த மற்றொருவர் பிரீஸ்ட்லி என்பவர். அவர் ஒரு யூனிடரி பாதிரி; பிரெஞ்சு அஸெம்பிளியால் கௌரவப் பிரஜை என்னும் உரிமையை அளிக்கப்பெற்றவர்; லவாய்சியே எந்த வருஷத்தில் கொலைசெய்யப்பட்டாரோ அதே வருஷத்தில் தமக்கு விரோதமாக உள்ள ஓர் ஆங்கிலேய ஜனக்கூட்டத்தி

பிரெஞ்சுப் புரட்சி - French Revolution. புரட்சி ட்ரிப்யூன் - Revolutionary Tribune. பூர்கிராய் - Fourcroy. பிரீஸ்ட்லி - Priestley. யூனிடெரி - unitary. தெய்வம் மூவுருவம் உடையதன்று; ஓரே உருவம் உடையது என்ற கிரேக்கக் கொள்கை. பிரெஞ்சு அஸெம்பிளி - French Assembly.

லிருந்து தப்ப அமெரிக்க நாட்டுக்கு ஓடியவர். பதினெட்டாம் நூற்றுண்டின் கடைசியில் விஞ்ஞானத்தையும் அரசியலையும் இணைக்கும் விஷயங்களுக்குக் குறைவே யில்லை. ஆனல் நாம் எடுத்துக்கொண்ட காரியத்துக்கு இவை எல்லாம் முற்றிலும் புறம்பானவை.

லவாய்சியே தம்முடைய புதிய மனக்கோட் திட்டத்தை வந்தடைந்த படிகளைக் கவனிக்கும்போது, அவர் எங்கிருந்து தொடங்கினர் என்பதையும் அவசியம் தெரிந்து கொள்ளவேண்டும். அவரும் அவருடைய சமகாலத்தவரும் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு எனப்படும் ஒரு தகனக் கோட்பாட்டைப் பரம்பரைக் கிரமத்தில் பெற்றிருந்தார்கள். வாஸ்தவத்தில், நாம் ஆராயும் விஷயத்தைப் 'புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டை ஆக்ஸிஜன் கோட்பாடு தோற்கடித்த வரலாறு' என்று சொல்வது பொருந்தும். ஏனெனில் லவாய்சியே வளர்த்துக் கூறிய புதிய மனக்கோட் திட்டத்தில் புளொஜிஸ்டான் என்பதைப் பற்றிய கருத்தே முற்றும் அனுவசியம் என்று ஆகிவிட்டது. ஆயினும், அவருடைய சமகாலத்தினர்கள் இந்த விஷயத்தைச் சட்டென்று ஏற்றுக்கொள்ளவில்லை. பழைய கருத்துக்கள் எவ்வளவு விடாப்பிடியான பற்ருேடு இருந்துவருகின்றன என்பதற்குப் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு கடைசிவரை நின்று போராடிவந்தது ஒரு கவர்ச்சிகரமான உதாரணம் ஆகும். (இதைப் பற்றி இந்த அத்தியாயத்தில் பின்னர் கவனிக்கப் போகிருேம்.)

புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின் முக்கியத்தன்மை

புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு வழங்கத் தொடங்கிய காலத்தில் அது நிச்சயமாக ஒரு முற்போக்கு என்பதை

புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு - phlogiston theory.

நாம் முதலில் நன்ருக அறிந்துகொள்ள வேண்டும். நாம் இப்போது இரசாயனம் என்று கூறும் துறையைப் பொருளுடைய துறையாகச் செய்வதில் சிரத்தை கொண்டிருந்தவர்கள், பதிறும் பதினேழாம் நூற்ருண்டுகளில், தலை சுற்றும் ஒரு கானகத்துக்குள்ளே வழி தெரியாமல் திரிந்து கொண்டிருந்தார்கள். இரசவாதிகளிடமிருந்தும் நடைமுறைத் தொழிலாளிகளிடமிருந்தும்—இவர்களில் முக்கியமானவர்கள் உலோகத்தை இயற்றுபவர்கள்—மூலகங்களைப் பற்றிய விஷயங்களும் விசித்திரமான கருத்துக்களும் அடங்கிய ஒரு தொகுதியை அவர்கள் பெற்றிருந்தார்கள். இவைகள் எல்லாம் ஒன்ருெடொன்று பொருந்ாதவை போல் தோன்றின. நிலம், காற்று, நெருப்பு, நீர் என்பவையான அரிஸ்டாட்டிலின் மனக்கோள்கள் அந்தக் காலத்திலும் அவர்களைச் சூழ எங்கும் நிலவிக்கொண்டிருந்தன. அக்காலக் கருத்துக்கள் மிக நெருக்கமாகப் பின்னியவை, விசித்திரமான சொற்களால் இறுக இணைக்கப்பட்டவை, விஷயம் கற்பனை என்பவைகளால் அமைந்தவை. அப்பேர்ப்பட்ட அடர்த்தியான புதரில் வெட்டித் திருத்தி இடம் அமைக்க, 1600ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் பாயில் தம்முடைய **ஐயப்பாடுள்ள இரசாயனி** என்னும் நூலில் ஓரளவு முயன்றிருந்தார். பதினேழாம் நூற்ருண்டின் கடைசியில் நியூட்டனும் அவருடைய சமகாலத்தோரும் விளக்கவேண்டியிருந்த, அதாவது ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தில் பொருத்தி அமைக்கவேண்டியிருந்த, சில சாதாரணத் தோற்றங்களைச் சற்றே பார்ப்போம். சில பொருள்களைக் கரியோடு கலந்து வெப்பமுறச் செய்தால் உலோகங்களைப் பெற முடியும் (தாதுக்களிலிருந்து உலோகங்களை

இரசவாதி-alchemist. மூலகங்கள்-elements. நிலம், காற்று, நெருப்பு, நீர் - earth, air, fire, water. ஐயப்பாடுள்ள இரசாயனி - *Skeptical Chymist*. கரி - charcoal. தாது - ore. உலோகங்கள் - metals.

எடுக்கும் பண்டைக் கலையே இது). முதல் பார்வைக்கு எல்லா உலோகங்களும் கிட்டத்தட்ட ஒன்றுபோல் தோன்றின; மேல்வாரியாக ஒத்த குணங்களை உடையவையாயும் அவை இருந்தன. (உலோகங்கள் அலோகங்கள் என்று பொருள்களைப் பாகுபாடு செய்வது பொருத்தமானது என்றே இக் காலத்திலும் கூட நமது விவேகத்துக்குத் தோன்றுகிறது). வேறு சில திடப் பொருள்களை அவர்கள் 'மண்கள்' என்று குறித்தார்கள். (இக்காலத்தில் இவைகளை நாம் ஆக்ஸைடுகள் என்கிறோம்). கரி, கந்தகம் போன்ற வேறு சிலவற்றைத் 'தகனத் தத்துவங்கள்' என்று அவர்கள் கூறினார்கள். சில மண்களைக் கரியோடு கலந்து வெப்பமுறச் செய்தால் உலோகங்கள் கிடைத்தன. இந்தச் செயலை மீளும் கிரியையாகவும் இயற்ற இயலும். ஏனென்றால், எப்போதும் இல்லாவிட்டாலும் பல தடவைகளிலாகிலும், ஓர் உலோகம் (உதாரணமாகத் தகரம்) வெப்பமுற்றபோது மண் போன்றதான ஒரு பொருளை அளித்தது. அந்த மண்ணைக் கரியோடு கலந்து வெப்பமுறச் செய்தால், அப்பேர்ப்பட்ட செயற்கையான மண் போன்ற பொருளிலிருந்து (நவீனப் பேச்சில் இது ஆக்ஸைடு எனப்படுகிறது) உலோகத்தை மீண்டும் பெற முடிகிறது. இப்படிப்பட்ட தூய மண்ணை 'பஸ்மம்' என்று சொல்லலாம். ஓர் உலோகத்தை வெப்பமுறச் செய்து அந்தப் பொருளை இயற்றும் முறை 'பஸ்மீகரணம்' எனப்பட்டது.

மத்தியகாலத்திலிருந்தும் அதற்கு முன்னிருந்தும் பாரம்பரையாகக் கிடைத்து வந்த இந்த விஷயங்களை

அலோகங்கள் - non-metals. திடப்பொருள் - solid. மண்கள் - earths. கந்தகம் - sulphur. தகனத் தத்துவங்கள் - combustible principles. மீளும் கிரியை - reversible process. பஸ்மம் (நீறு) - calx. பஸ்மீகரணம் - calcination. (நீற்றுதல்)

எல்லாம் ஒன்ருகப் பொருத்தி அமைப்பது எப்படி? புளொஜிஸ்டான் என்னும் தத்துவத்தைப் புகுத்தினல் பொருத்தி அமைக்க முடிந்தது. இது அரிஸ்டாட்டிலின் பழைய பூதமாகிய (மூலப் பொருளாகிய) நெருப்போடு நெருங்கிய உறவுடையது. ஆயினும் இந்த உறவு என்ன தென்று ஒரு நாளும் தெளிவாகத் தெரியவேயில்லை. உலோகங்களின் பஸ்மங்களிலிருந்து பலவகை உலோகங் களை எடுக்கும் காரியத்திலும் அதற்கு எதிரிடையான காரி யத்திலும் ஏதோ ஒரு பொதுத் தத்துவம் அடங்கியிருக்க வேண்டும் என்பது, தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ள விரும் பியவர்களுக்கு, நன்கு தெரிந்தது. இந்தப் பொருளை நாம் புளொஜிஸ்டான் என்று சொல்லிப் பார்ப்போம் என்பது தான் அவர்கள் சொல்லிய விஷயத்தின் சாராம்சம். ஒரு பஸ்மத்தோடு புளொஜிஸ்டானைச் சேர்த்தபோது ஓர் உலோகம் கிடைத்தது; ஓர் உலோகத்திலிருந்து புளொ ஜிஸ்டானை நீக்கினல் பஸ்மம் உண்டாயிற்று. ஒரு வகை யில் புளொஜிஸ்டான் என்பது உலோகமயமாக்கும் ஒரு தத்துவம். இந்த அனுமான ரீதியில் ஒரு விவேகமுறைப் பாவனை ஒருவாறு உள்ளுறையாக அடங்கியிருக்கிறது என்பதைக் கவனிக்கவேண்டும். பொன்னையும் சிற்சில வேளைகளில் வேறு சில உலோகங்களையும் தவிர, இயற்கை யில் காணப்படுபவை எல்லாம் பஸ்மங்களாக இருக்கின் றனவே தவிர, தனிப்பட்ட உலோகங்களாக இருப்பதில்லை. ஆகையால், பஸ்மங்கள்தான் எளிய தன்மையுள்ள பொருள் களாக இருக்கவேண்டும் என்று தென்பட்டது. அவைகள் உலோகங்கள் ஆவதற்கு அவைகளோடு வேறு ஏதோ ஒன்றைச் சேர்க்கவேண்டும் என்று தோன்றிற்று. உலோகங்களெல்லாம் அவ்வளவு ஒன்றுபோலத் தோன்றிய

பொன் - gold. உள்ளுறையாக - involved.

தால், அந்த 'ஏதோ ஒன்று' எல்லா உலோகங்களிலும் ஒன்றாகவே இருக்கவேண்டும் என்பது அவர்களுக்கு வெளிப்படையாக இருந்தது. அந்தப் பொருளுக்கு நாம் புளோஜிஸ்டான் என்று பெயர் இடலாமே என்று 1703-31 வருஷங்களுக்கு இடைப்பட்ட காலத்தில் எழுதிய சில நூல்களில் பெக்கரும் அவருடைய சிஷ்யரான ஸ்டாலும் கூறினார்கள்.

உள்வழி தெரியா மர்மமாக உள்ள ஓர் அமைப்பைத் திறந்து காட்டும் சாவி இதுவே. ஆகையால் இதை உடனே பலரும் ஏற்றுக்கொண்டனர். மற்றப்படி ஒன்றோடொன்று பொருத்தமில்லாத் தோற்றங்களின் தொகுதியைப் பொருத்தி இணைக்கக்கூடிய மாதிரிகை ஒன்று இந்த மனக்கோளின் மூலமாகக் கிடைத்தது. சில பொருள்களில் புளோஜிஸ்டான் நிறைந்தும் சிலவற்றில் குறைந்தும் இருந்தது. இதை ருசுவால் நிலைநாட்டுவதும் எளிதாகத் தோன்றிற்று. ஆனால் இந்த புளோஜிஸ்டான் என்பது என்ன? அது ஒருகாலும் காணமுடியாத பொருள் போலிருந்தது. புளோஜிஸ்டான் நிறைந்த பொருள்கள் எளிதில் தீப்பற்றின. வாஸ்தவத்தில், ஒருவேளை நெருப்பு என்பதே புளோஜிஸ்டானின் ஓர் அவதாரமாக இருக்கலாம். அப்படி இல்லாவிட்டாலும்கூட நெருப்பு அதோடு ஒத்து வேலை செய்யும் இயல்பை உடையதாகவாவது இருக்கவேண்டும். (சிலர் நெருப்பை இன்னும் ஒரு மூலப் பொருளாகவே கருதிவந்தார்கள்.) கரி என்பது புளோஜிஸ்டான் நிறைந்த பொருள். அதை ஓர் உலோகப் பஸ்மத்தோடு வெப்பமுறச் செய்தால், அது தன்னுடைய புளோஜிஸ்டானை அந்த பஸ்மத்துக்கு அளித்து, ஓர் உலோகத்தை இயற்றிற்று. மேலும், கரி தன்னந்தனியாக எரியும்

பெக்கர் - Becker. ஸ்டால் - Stahl.

இயல்புள்ளது. அது எரியும்போது புளொஜிஸ்டான் நெருப்பாகத் தோன்றிற்று; அல்லது காற்ருேடு இணைந்தது. இயற்கையில் கந்தகம் கலப்பில்லாமல் அகப்பட்டது. அதை வெப்பமுறச் செய்தால் அது எரிந்தது. அப்போது விட்ரியாலிக் அமிலம் (நவீன வழக்கில் இதைக் கந்தக அமிலம் என்கிருேம்) என்னும் அமிலத்தை அளித்தது. ஆகவே இந்தக் கந்தகம் என்பது மிகவும் நன்ருகப் புளொஜிஸ்டான் ஏறிய விட்ரியாலிக் அமிலம் என்பது தெளிவு. ஆதலால், அது எரியும்போது புளொஜிஸ்டான் விடுபட்டுப் போகவே, அமிலம் கிடைத்தது.

பதினெட்டாம் நூற்ருண்டு இரசாயனிகள் நினைத்தது என்ன என்று காட்ட இந்த மாறுபாடுகளைக் கீழ்க்கண்ட வாறு 'வரிப்பட' வடிவில் எழுதலாம்.

பஸ்மம் + புளொஜிஸ்டான்(கரியிலிருந்து) → உலோகம்.

காற்றில் வெப்பமுறச் செய்த உலோகம் → பஸ்மம் × புளொஜிஸ்டான்.

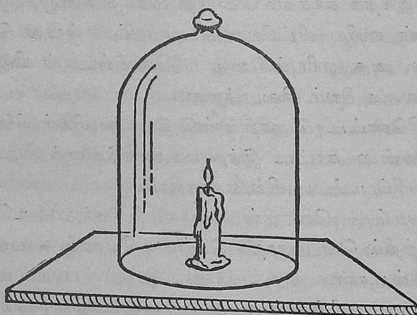
கரியை எரித்தால் → புளொஜிஸ்டான் (காற்றுக்கு) நெருப்போடுகூட (காற்றுக்கு)

புளொஜிஸ்டான் ஏறிய விட்ரியாலிக் அமிலத்தை (நாம் கந்தகம் என்பதை) எரித்தால் → புளொஜிஸ்டான் (காற்றுக்கு) × விட்ரியாலிக் அமிலம் (கந்தக அமிலம்)

அமெரிக்கப் புரட்சிக் காலத்தில் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு அனேகமாக உலகெங்கும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டிருந்தது. அக்காலத்து இயற்கைத் தத்துவ போதனையின் பகுதியாகக் கலாசாலை மாணவர்களுக்குக் கற்றுக் கொடுக்கப்பட்ட இரசாயனத்தின் அடிப்படையாகவும் இருந்தது. ஹார்வர்டில் 1780—88ல் கணிதம், இயற்கை விஞ்ஞானம்

கந்தகம் - sulphur. விட்ரியாலிக் அமிலம் - sulphuric Acid. வரிப்படம் - diagram. கணிதம் - Mathematics. இயற்கைத் தத்துவம் - Natural Philosophy. ஹார்வர்டு - Harvard.

ஆகிய இரண்டிலும் ஹாலிஸ் பேராசிரியராக இருந்த ஸாமுவேல் வில்லியம்ஸ் என்பவரின் பிரசங்கக் குறிப்புக் களைப் பார்த்தால், புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டைப் பலரும் நம்பத்தக்க அளவில் எவ்வளவு தெளிவாக ஒரு வகுப்புக்குக் கூறமுடியும் என்பதற்கு அவை எடுத்துக் காட்டாக இருப்பது தெரியும். 'தீப்பற்றக்கூடிய ஏதாவ



(படம் 24). கொளுத்திய மெழுகுவர்த்தியின் மீது ஒரு மணிச்சாடியைக் கவிழ்த்தினுல் மெழுகுவர்த்தி விரைவில் அணைந்துபோகும். நம் நவீன மனக் கோட் திட்டத்தின்படி ஜாடியிலுள்ள ஆக்ஸிஜன் தீர்ந்துபோய்விட்டது. புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின்படி காற்ருனது புளொஜிஸ்டானுல் தெவிட்டு நிலையை அடைந்து விட்டது. ஆகையால் அதை இன்னும் அதிகமாக ஏற்க முடிவதில்லை.

தொரு பொருளை எடு; அதை நன்ருக வெப்பமுறச்செய், அல்லது கொளுத்து; இந்த நிலையில் சிறிது வாயுமண்டலக் காற்று அடங்கிய ஓர் ஏனத்துக்குள் அதை அடை. (படம் 24). **விளைவு :** தகனம் சிறிது நேரம் மட்டும் தொடர்ந்து நிகழும்; பின்பு நின்றுபோகும். எரியக் கூடிய

ஹாலிஸ் பேராசிரியர் - Hollis Professor. ஸாமுவேள் வில்லியம்ஸ் - Samuel Williams. மணிச்சாடி - bell jar. தெவிட்டு நிலை - saturation.

பொருளின் ஒரு பகுதி சாம்பலாகிவிடுகிறது; மற்ருெரு பகுதி முழுதாகவே இருக்கிறது; காற்றும் மாறுபட்டுக் குணம் மாறியதாகத் தோன்றுகிறது......இரசாயனிகள் புளொஜிஸ்டான் என்று கூறுவதையும் அது காற்றில் நிறையச் சுமத்தப்படுவதையும் பற்றிய ஒரு வர்ணனேயே இது. அப்படி அடைபட்டதாயும் காற்றில் எரியக் கூடியதாயும் உள்ள பொருளானது, அதற்கு மேலும் கனம் நிகழ்வதைத் தடைசெய்யும் ஏதோ ஒன்று காற்றில் நிறையப் புகுத்தப்படும்வரை, தொடர்ந்து எரிகிறது. அந்த ஏனம் மூடப்பட்டிருக்கும் காரணத்தால் அதன் உள்ளே அடைப்பட்ட பொருள், காற்றில் நிறையச் சுமத்தப்பட்ட பொருள் எதுவாயிருந்தாலும், அந்த ஏனத் துக்குள் அடைப்பட்டே கிடக்கும்; அதிலிருந்து வெளியேற முடியாது....

'ஆகையால், புளொஜிஸ்டான் என்பது ஒரு **யதார்த்த மான பொருளாக இருக்கவேண்டும்** என்பதும், காற்றில் அந்தப் பொருள் நிறையச் சுமத்தப்பட்டிருக்கிறது, அதாவது காற்று தெவிட்டு நிலேயை அடைந்திருக்கிறது என்பதும் அந்தப் பரிசோதனேயால் தெரியவருகின்றன. எரியக் கூடிய பொருளேக் கண்ணுடி ஏனத்தில் அடைப்பது எதற் காக? நிஜமாக உள்ள ஏதோ ஒரு பொருள் தப்பி வெளியே ஓடிவிடாமலும் எங்கும் பரவிச் சென்றுவிடாமலும் தடுத்து, அங்கேயே இருக்கச் செய்வதைத் தவிர வேறு எதற்காக இது இருக்க முடியும்? எரியக்கூடியதான அந்தப் பொருளி லிருந்து காற்று இந்த நிஜப் பொருளேப் பெற்றுக் கொண்டேயிருக்கும்வரை, அந்தப் பொருள் தொடர்ந்து எரியும் என்பது தெளிவாகத் தெரியவில்லேயா? காற்று ஒரு தெவிட்டு நிலேயை அடைந்து, மேற்கொண்டு புளொ ஜிஸ்டானே ஏற்க முடியாதபடி ஆகியவுடன், தகனம் நிற்கத்

தானே வேண்டும்? ஏனென்றால், எரியும் பொருளி லிருந்து மேலும் புளொஜிஸ்டான் தப்பி ஓடவோ வெளியே தள்ளப்படவோ முடியாது, அல்லவா? ஆகையால், புளொஜிஸ்டானை ஏற்கும் பொருட்டுத் தூய காற்றை உள்ளே புகவிட்டால், தகனம் மறுபடியும் நிகழும்.... ஆதலால்தான் புளொஜிஸ்டான் ஏறிய காற்று, புளொஜிஸ்டான் இறங்கிய காற்று என்னும் சொற்றொடர்கள் பெறப்பட்டன. புளொஜிஸ்டான் ஏறிய காற்று என்றால் புளொஜிஸ்டான் நிறையப் புகுத்தப்பட்ட காற்று, அல்லது சுமத்தப்பட்ட காற்று என்பது பொருள். புளொஜிஸ்டான் இறங்கிய காற்று என்றால் புளொஜிஸ்டான் இல்லாத காற்று, அல்லது தகனத்தின் அம்சமாகிய இந்தத் தத்துவம் அடங்கியிராத காற்று என்பது பொருள். தடித்த எழுத்தில் சில சொற்கள் போடப்பட்டதற்கு நானே பொறுப்பாளி. அப்படி நான் சுட்டிக் காட்டாவிட்டாலும் கூட, புளொஜிஸ்டான் கோட் பாட்டைப் பற்றிப் பேராசிரியர் வில்லியம்ஸ் குறித்திருக்கும் விளக்கம் மிகவும் நம்பக்கூடியதாக இருக்கிறது.

புதிதாகக் கண்டுபிடித்த விஞ்ஞான விஷயங்கள் கவனிக்கப்படாமலிருக்கலாம்

இந்த வழக்கிலெல்லாம் எளிதில் தோன்றும் ஒரு குறை இருந்தது. புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு அசைக்கப் படுவதற்கோ, தூக்கி எறியப்படுவதற்கோ 150 வருஷங் களுக்கு முன்னாலேயே அப்படி ஒரு குறை இருக்கிறது என்பதும் தெரிந்திருந்தது. இது ஒரு ரசமான விஷயம். விஞ்ஞான தந்திரத்தின் ஒரு தத்துவத்துக்கு, அதாவது

பேராசிரியர் வில்லியம்ஸ் - Professor Williams. விஞ்ஞான தந்திரம் - strategy of science.

விஞ்ஞானத் துறையில் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு விஷயம் முக்கியமானது என்று மதிப்பிடவேண்டுமானல் காலமும் ஏற்றபடி பக்குவமாக இருக்கவேண்டும் என்பதற்கு, இது ஓர் அழகிய உதாரணம். 1630-ஆம் வருஷத்திலேயே (வருஷத்தைக் கவனியுங்கள். இது பாயில் பிறப்பதற்கு முந்திய காலம் அல்லவா?) ஜீன் ரே என்னும் பிரான்ஸ் நாட்டினர் ஒருவர் தகரத்தின் பஸ்மீகரணத்தை ஆராய்ந்தார். எவ்வளவு எடையுள்ள தகரத்திலிருந்து அந்தப் பஸ்மம் இயற்றப்பட்டதோ அந்தத் தகரத்தைக் காட்டிலும் பஸ்மம் அதிக எடையுள்ளதாக இருந்தது என்று காட்டினர். அதுவுமன்றி, அவர் கூறிய விளக்கம் 150 ஆண்டுகளுக்குப் பின் லவாய்சியே வெளியிட்ட கருத்துக்களோடு வெகு நன்ருக இணங்குவதாக இருந்தது. 'ஏனென்ருல், ஏனத்தின் உள்ளே முன்னைவிட அதிக அடர்த்தியுள்ளதாகவும், அதிகப் பளுவுள்ளதாகவும், ஓரளவு அதிகப் பற்றுடையதாகவும் ஆக்கப்பட்ட காற்றிலிருந்தே இந்த அதிகப்படியான எடை வருகிறது ;.... அந்தக் காற்று பஸ்மத்தோடு கலந்து,....அதன் மிக நுண்ணிய துகள்களோடு ஒட்டிக்கொள்கிறது...' என்று சொன்னர். உலோகங்கள் பஸ்மீகரணமாகும்போது அவற்றின் எடை அதிகமாகிறது என்பதை 1673ல் பாயில் உறுதிப்படுத்தினர். ஆனல் ரே மிகவும் சாமர்த்தியமாக, உத்தேசமாகக் கூறிய (அதைப் பற்றி அதற்குமேல் கூற முடியாது) காரணத்துக்கு அவர் யாதொரு ஆதரவும் அளிக்கவில்லை. வாஸ்தவத்தில், அவர் இந்த விஷயத்தில் செய்ததெல்லாம் பிற்காலத்திய ஆராய்ச்சியாளர்களை வழி பிசகச் செய்ததுதான். அவர் தம்முடைய பரிசோதனைகளை இன்னும் சற்றே தைரியமாகத் தொடர்ந்திருப்பாரானல்

ஜீன் ரே - Jean Rey.

புளோஜிஸ்டான் கோட்பாடு ஒரு நாளும் வெளிப் பட்டிராது; அல்லது ஒரு வேளை அப்படி அது வெளிப் பட்டிருந்தாலும், ஒருகாலும் மதித்து ஒப்புக்கொள்ளப் பட்டிராது என்று, பின் நோக்காகப் பார்க்கும்போதாவது, சொல்லத் தோன்றுகிறது. ஆனால் ஒரு சரித்திரத்தைக் கற்பனையாக அமைப்பது மிகவும் எளிதான காரியம். பாயிலைக் காட்டிலும் பெரிய மகா மேதாவியாக இன்னும் யாராவது இருந்திருந்தாலும், பதினேழாம் நூற்றாண்டில் அவரால் ஆக்ஸிஜனைக் கண்டுபிடித்திருக்க முடியுமா, தகனத்திலும் பஸ்மீகரணத்திலும் அது செய்துவரும் காரியத்தைப் பலர் அறியக் கூறியிருக்க முடியுமா என்பது சந்தேகம்தான். இவ்வாறு செய்யவொட்டாதபடி பல கெட்டியான மூடு துணிகள் பௌதிகத்தையும் இரசாயனத் தையும் பொதிந்து மூடியிருந்தன. எத்தனையோ அறிஞர் களுடைய உழைப்பால்தான் அம்மூடு துணிகள் மெல்ல மெல்ல நீக்கப்பட்டன.

எது எப்படியிருந்தாலுமே, அரிஸ்டாட்டில் கூறிய நெருப்பு என்னும் தத்துவம் பரிசோதனையில் உபயோகித்த கண்ணாடி ஏனத்தின் சுவர்களின் ஊடாகச் சென்று, உலோகத்தோடு இணைந்து, அதற்கு எடை அளித்தது என்னும் கற்பிதக் கொள்கையைப் பாயில் வெளியிட்டார் என்பது உண்மை. ஒரு தலைமுறைக்குப் பின் முறைபடக் கூறப்பட்ட புளோஜிஸ்டான் கோட்பாடும் இதுவும் ஒன்றல்ல நிச்சயமாக ஒரு வழியில் இது அந்தக் கோட்பாட்டுக்கு நேர்-எதிரிடையானது. ஏனென்றால், பாயிலின் கொள்கையின்படி, பஸ்மீகரணம் அடையும் உலோகத்தோடு ஏதோ ஒன்று **சேர்க்கப்பட்டது**; அது தான் நெருப்பு. ஆனால், புளோஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின்

மூடு துணிகள் - wraps.

படியோ, ஏதோ ஒன்று நீக்கப்பட்டது; அதுதான் புளொஜிஸ்டான். ஆனால், நெருப்பின் மீதும் சுவாலையின் மீதுமே (இவைதாம் நெருப்புக்கும் பஸ்மீகரணத்துக்கும் அறிகுறிகள்) பாயிலின் நூல்கள் அதிக அளவில் கவனம் செலுத்தின; ரே கூறிய விளக்கத்தில் குறிப்பிடப்பட்ட காற்றின் மீது அவை அத்துணை கவனம் செலுத்தவில்லை.

காற்றைப் பற்றி ரே கூறிய கருத்துக்கள் அடுத்த 150 ஆண்டுகளில் அழிந்து போயின என்று தோன்றுகிறது. ஆனால், பஸ்மீகரணத்தைப் பற்றிய விஷயங்கள் ஒன்றும் அழியவில்லை. ஒரு பஸ்மம் அதன் உலோகத்தைவிட அதிக எடை உள்ளதாக இருந்தது என்பது பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு முழுவதிலும் தெரிந்திருந்த விஷயம். ஆனால், இந்த உண்மை புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டுக்கு உயிர்ப் பகையானது என்பது தெரிந்துகொள்ளப்படவில்லை. இது முக்கியமாகக் கவனிக்கப்படவேண்டிய விஷயம். அந்தக் காலத்துப் பரிசோதனைத் தத்துவ-ஞானிகள் முட்டாள் தனமுடையவர்கள் என்று இது சுட்டிக்காட்டுகிறதா? அல்லவே அல்ல. சிக்கலான விஞ்ஞான விஷயங்களை விளக்குவதற்குப் பலவகைப்பட்ட காரணம் கூற முயலு வதிலும், அவற்றைத் திரட்டி ஒன்றாக்கி ஒரு மனக்கோட் திட்டமாக இணைப்பதிலுமே அவர்களுக்குச் சிரத்தை அதிகமாக இருந்தது என்பதை மட்டுமே இது எடுத்துக் காட்டுகிறது. தன்னந்தனியாக நிற்கும் ஒரேயோர் உண்மை மட்டும் இருந்தால், அப்பேர்ப்பட்ட திட்டத்தைத் தகர்ப்பதற்குப் போதிய வலிமை அதற்கு இருக்காது. ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தோடு ஒவ்வாமல் முரட்டுப் பிடிவாதமுள்ளவை போன்ற சில உண்மைகள் காணப் பட்டால், அவைகளை மட்டும் கொண்டு ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தை ஒருவரும் ஒருகாலும் முற்றும் உதறித் தள்ளி

விடுவதில்லை. அப்போது, அந்த மனக்கோட் திட்டத்தை வேண்டியவாறு மாற்றியமைக்கவேண்டி வரலாம். அல்லது அதைக் காட்டிலும் சிறந்த திட்டத்தால் ஈடு செய்யவேண்டி வரலாம். அந்தத் திட்டத்திற்குப் பதிலாக வேறொரு திட்டமும் இல்லாத நிலையில் அந்த மனக்கோட் திட்டம் ஒருகாலும் கைவிடப்பட மாட்டாது.

ஒரு பஸ்மம் எந்த உலோகத்திலிருந்து பெறப் பட்டதோ அந்த உலோகத்தைக் காட்டிலும் அது அதிக எடையுள்ளதாக இருந்தது. (ஆதலால் அதை அமைக்கும் பொருட்டு ஏதோ ஒன்று அதோடு சேர்த்துக்கொள்ளப் பட்டிருக்க வேண்டும் என்றே நாம் எண்ணுவோம்.) இது 1770 லேயே தெரிந்திருந்தது. மேலும், அதற்கு முன்பு, அதாவது 1660ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில், நெருப்புக்குக் காற்று அவசியம் என்று பாயிலே காட்டியிருந்தார். கிட்டத்தட்ட அதே காலத்தில், தகனத்தையும் பிராணிகள் சுவாசிப்பதையும் பற்றி 'சுவாலை விட்டு எரியும்போது காற்று தன்னுடைய மீள் சக்தியைப் பறிகொடுப்பதைப் போலவே, பிராணிகள் சுவாசிப்பதாலும் அதைப் பறி கொடுக்கிறது' என்று ஜான் மேயோ என்பவரும் ராபர்ட் ஹூக் என்பவரும் எழுதியிருந்தார்கள். ஐம்பது ஆண்டு களுக்குப் பின்னர் ஸ்டீபன் ஹேல்ஸ் என்பவரும் அதைப் போன்ற மொழிகளையே கூறினர். ஆனால், இவர்கள் எல் லாரும் தாங்கள் வாழ்ந்த காலத்துக்கு மிகவும் முற்பட்ட வர்கள். அவர்கள் எழுதிய கட்டுரைகளை நாம் மீண்டும் படித்தோமானல், விசித்திரமான சொற்களும் நன்கு தெளிவுபடுத்தப்படாக் கருத்துக்களும் அவைகளில் வழங் கப்படக் காண்கிறோம். ஆனபோதிலும், ஒரு காற்றுக்

ஜான் மேயோ - John Mayow. ராபர்ட் ஹூக் – Robert Hooke. ஸ்டீபன் ஹேல்ஸ் - Stephen Hales.

குள் ஏதாவதொரு பொருள் எரிந்திருந்தாலும், அல்லது அதற்குள் எவையோ சில பிராணிகள் மூச்சுவிட்டிருந் தாலும், அச்செயலுக்குப் பிறகு அந்தக் காற்று நெருப் பையோ உயிரையோ தாங்காது என்று அவர்கள் அந்தக் கட்டுரைகளில் நிரூபித்திருந்தார்கள் என்பதும் அக்கட் டுரைகளிலிருந்து தெரிகிறது. அதுவுமன்றி, அப்போ தெல்லாம் காற்றின் கன - அளவு குறைந்து போகிறது என்றும் அவர்கள் காட்டியிருந்தார்கள், இவற்றையெல் லாம் கவனித்தால், இவற்றைப் பற்றிய சரியான விளக் கத்தை அவை நம் கண் எதிரே வலியக் கொணர்ந்து நிறுத்துவதுபோல் தோன்றுகிறது. ஆனால், பதினெட்டாம் நூற்றூண்டு இரசாயனிகளுக்கு அப்படித் தோன்றவில்லை. அவர்கள் புளொஜிஸ்டான் என்பதை வைத்துக்கொண்டு பேசினார்கள். அதுவும் ஓரளவில் பயன்தரும் மனக் கோளாகவே இருந்தது.

வாயுக்களைப் பற்றிய பரிசோதனைகளில் உள்ள கஷ்டங்கள்

புளொஜிஸ்டான் வாதிகள் வெளியிட்ட கட்டுரைகளை இக்காலத்தில் ஓர் இரசாயனி படிப்பாரானால், அவர் ஒன் றுமே விளங்காமல் தலையில் கையை வைத்துக்கொள்ளு வார். தாம் ஏதோ ஓர் அற்புதக் கனவுலகத்துக்கு எடுத்துச் செல்லப்பட்டது போல் அவருக்குத் தோன்றும். ஆனால் அவருக்குப் பொறுமையும் கருத்தும் இருந்தால், 'அக் காலத்துப் பரிசோதகர்களுக்கு வெவ்வேறான பல வாயுக் களைக் கையாளவும் அவற்றின் தன்மைகளைத் தெரிந்து கொள்ளவும் முடியாதிருந்தது ; அதனால்தான் அந்தக் கஷ்

புளொஜிஸ்டான் வாதி - phlogistonist. பாஸ்வரம் - phosphorus. விட்ரியாலிக் அமிலம் - vitriolic acid.

டங்களில் பெரும்பான்மையும் கிளைத்தெழுந்தன' என்று அவருக்கு விரைவில் தெரிந்துவிடும். பரிசோதனைகளால் ஏற்படக்கூடிய கஷ்டத்துக்கு இது ஓர் உதாரணம். உலோகங்களும் பஸ்மங்களும் கந்தகம், கரி, பாஸ்வரம் போன்ற எளிதில் தீப்பற்றும் பொருள்களும் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு இரசாயனிகளால் தெரிந்துகொள்ளவும் கையாளவும் கூடிய திடப் பொருள்களாக இருந்தன. விட்ரியாலிக் அமிலம், நீர், பாதரசம் போன்ற சில திரவங்களும்கூட நன்கு தெரியும் பண்புகளுள்ள தனிப்பொருள்களாக இருந்தன. தீப் பற்றுவதைத் துணை செய்யாதவை என்னும் ஒரு குணத்தைப் பொதுவாக உடைய நைட்ரஜன், கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு என்னும் வாயுக்கள் இரண்டையும், ஒன்றுக்கொன்று வித்தியாசம் தெரியாமல், அவர்கள் குழப்பினார்கள்; எரியும் தன்மையைப் பொதுவாக உடைய ஹைட்ரஜன், கார்பன்-மானாக்ஸைடு என்னும் இரண்டு வாயுக்களையும் அவ்வாறே. நிறமுடையவையாயிருக்கும் மிகச் சில வாயுக்களைத் தவிர அனேகமாக மற்றெல்லா வாயுக்களும் ஒன்றுபோலவே தோன்றுகின்றன. அவை எல்லாம் கிட்டத்தட்டச் சமஅளவுக்கு அமுங்தக்கூடியவை. வெப்பத்தால் சமஅளவுக்கு விரிவடையக் கூடியவை, அவைகளின் அடர்த்திகள், அதாவது கனஅளவு-அலகின் எடைகள் தம்முள் வித்தியாசப்படுகின்றன. ஆனால், அந்தக் காலத்தில் அது எளிதில் தீர்மானிக்க முடியாத விஷயமாகவே இருந்தது. வாஸ்தவத்தில், பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில், திடப்பொருள்களிலும் திரவப்பொருள்களிலும் கூட, அவைகளின் எடைக்கும் அடர்த்திக்கும் உள்ள பேதம் தெரியவில்லை, அவை ஒன்றுக்கொன்று குழப்பப்

கனஅளவு-அலகு - unit volume. திடப்பொருள் - solid. திரவப்பொருள் - liquid. எடை - weight. அடர்த்தி - density.

பட்டன. ஒவ்வொரு வாயுவுக்கும் அதனதன் இரசாயனப் பண்புகளும் தனிப்பட்டவையாக இருக்கின்றன. ஒவ்வொரு வாயுவைத் தயார் செய்யும் முறையும் வித்தியாசமாகவே இருக்கிறது. மிகச் சிக்கலடைந்த ஒரு நூல் பந்தைப்போல இப்படிப் பின்னிக் கிடந்த விஷயத்தைப் பிரித்து நேராக்குவதற்குக் கடைசியில் இந்த வித்தியாசங்களே துணைகளாக உதவின.

175 ஆண்டுகளுக்கு முன் வாழ்ந்த விஞ்ஞானிகள் பட்ட சிரமங்களைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், ஒரு சோதனைச்சாலையில் ஓர் ஆரம்ப மாணவராக நீங்கள் இருப்பதாக நினைத்துக் கொள்ளுங்கள். காற்று, ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன், ஈதர்-ஆவி தெவிட்டச் செறிந்த காற்று ஆகியவைகள் தனித்தனியே அடங்கிய சில கண்ணாடிச் சீசாக்கள் உங்களிடம் கொடுக்கப்பட்டிருப்பதாக வைத்துக் கொள்ளுங்கள். அந்தச் சீசாக்களில் அடங்கிய 'காற்றுக்கள்' அல்லது வாயுக்கள் எல்லாம் ஒன்றுதானா அல்லது அவை வெவ்வேறா என்று நீங்கள் சொல்ல வேண்டும் என்று உங்களை ஒருவன் கேட்பதாகக் கற்பனைசெய்து கொள்ளுங்கள். ஈதர்-ஆவி கொண்ட காற்றைப்பற்றி (பெரும்பான்மையும் அதிலுள்ளது நிஜமாகக் காற்றாகத்தான் இருக்கும்) அது தனிப்பட்டது என்று முதலில் தெரிந்து கொள்ளமுடியும். இந்த வாயுக்களைக் கண்ணால் உற்று நோக்குவதையும், மோந்து பார்ப்பதையும், நீரில் அவைகளின் கரைதிறனைக் கண்டுபிடிப்பது போன்ற சில எளிய சோதனைகளை உபயோகிப்பதையும் தவிர, அவைகளைப் பரிசீலனை செய்வதற்கு வேறு என்ன செய்யவேண்டும் என்பது ஒரு மாணவனுக்கும் தெரியாது. பாபிலின் நாள்

ஈதர்-ஆவி தெவிட்டச் செறிந்த காற்று - air saturated with ether vapor. காற்றுக்கள் - airs. வாயுக்கள் -gases. பரிசீலனை செய்வது - examine.

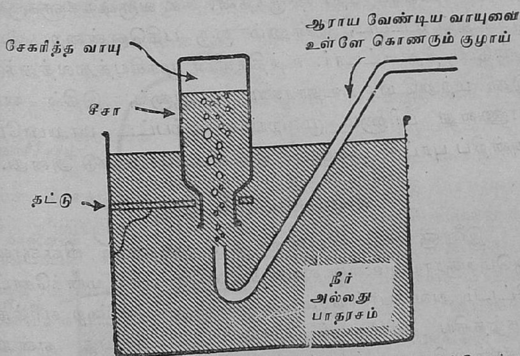
முதல் பிரீஸ்ட்லியின் நாள் வரை வாழ்ந்த பரிசோதகர்களும் பெரும்பான்மையும் இதை யொத்த நிலையிலேயே இருந்தார்கள். அவர்கள் வெவ்வேறான 'காற்றுக்களைப்' பற்றிக் கூறினார்கள். ஆனால், அவைகளுக்கிடையே உள்ள வித்தியாசம் நிஜமாகவே உள்ள வித்தியாசமா, அல்லது அது ஏதாவதொரு அசுத்தத்தால் ஏற்பட்டதா, என்பதைப் பற்றி அவர்களுக்கு ஒன்றுமே தெரியாமலிருந்தது. உதாரணமாக, பிரீஸ்ட்லி 1777ல் எழுதுகையில் கூறியதாவது:

'சில **ஆவிகள்** மூச்சுவிட முடியாதபடி திக்குமுக்காடச் செய்யும் இயல்பையும் நெருப்பை அணைக்கும் இயல்பையும் உடையவையாயும், வேறு சில தீப்பற்றும் இயல்புள்ளவையாயும் இருந்தன என்பது வான் ஹெல்மான்டுக்கும் அவருக்குப் பிற்காலத்தில் வாழ்ந்த மற்ற இரசாயனிகளுக்கும் நன்கு தெரியும். ஆனால், (அந்த ஆவிகள் **பொருள்கள்**தாம் என்றும், வெறும் **பண்புகளோ** அல்லது இவ்வகையான விளைவுகளை இயற்றும் பொருள்களின் **உபாதிகளோ** அல்ல என்றும் அவர்களுக்கு வாஸ்தவத்தில் தெரிந்திருந்தால்), வாசனை என்பது எவ்வாறு அமைக்கப்பட்டுள்ளது என்பது தெரியாதிருந்ததுபோலவே, அந்தப் பொருள்களை **நிரந்தரமான மீள்சக்தியுள்ள ஆவி** வடிவமாகத் தனியாகக் காட்டக்கூடும் என்பதைப் பற்றியும்....... யாதொன்றும் தெரிந்திராது. நிஜமாக, **சாதாரணக் காற்றைத்** தவிர வேறு எந்தக் காற்றைப் பற்றியும் அவர்களுக்கு ஒன்றுமே தெரியாது. ஆகையால், அவர்கள் அந்தப் பெயரை வேறெந்தப் பொருளுக்கும்

ஆவிகள் - vapours. வான் ஹெல்மாண்டு-von Helmont. பொருள்கள் - substances. பண்புகள்-properties. உபாதிகள்-affections. வாசனை - smell. நிரந்தரமான மீள்சக்தியுள்ள ஆவி - permanently elastic vapour. சாதாரணக் காற்று - common air.

இடவேயில்லை....' (இன்று நாம் வாயு என்னும் சொல்லை எந்தப் பொருளில் உபயோகிக்கின்றோமோ அந்தப் பொருளிலேயே காற்று என்னும் சொல்லைப் பிரீஸ்ட்லி வழங்கினர்.)

வாயுவைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிச் சித்திரம் பாயிலின் நாள் முதல் தொடங்கி நூறு வருஷ காலமாக விரிந்து



படம் 25. வாயுப்பிடி தொட்டியின் குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம். தொட்டியிலுள்ள நீரிலோ அல்லது பாதரசத்திலோ சீசாவை அமிழ்த்தி, அதைத் திரவத்தால் நிரப்பிய பின்பு, அதைத் தட்டின் மீது வேண்டிய இடத்தில் தூக்கி வைக்கவேண்டும். ஆராய்ச்சியின் பொருட்டுச் சேகரிக்கப்படும் வாயு தலைகீழாகக் கவிழ்த்திய சீசாவுக்குள், அதில் உள்ள திரவத்தைத் தள்ளிக் கொண்டு, குமிழி குமிழியாக ஏறுகிறது.

கிடந்தது. உத்திகளில் பல முக்கியமான அபிவிருத்திகள் செய்யப்பட்டிருந்தன. பிரீஸ்ட்லி அவைகளை எல்லாம் ஓரிடத்தில் குவியும்படி செய்தார். அவர் 1772ல், அதற்கு முன் எவரும் செய்திராதவைகளும் மிகப் பரந்தவைகளுமான நூதனப் பரிசோதனைகளைக் 'காற்றுக்களைக் கொண்டு நிகழ்த்தினர். இந்தக் காற்றுக்களை அல்லது

வாயுக்களைக் கையாளுவதற்கான பல உத்திகளை அவர் இன்னும் அதிகமாக அபிவிருத்தி செய்தார். அவைகள் பரிசோதனைச் செயல் முறைகளை இன்னும் மிக மிக எளிமையாக்கி விட்டன. அவற்றின் முன்னணியில் உள்ளது வாயுப் பிடி தொட்டி (படம் 25). பிரீஸ்ட்லி செய்த வேலைக்கு முன்பு 'வெவ்வேறான காற்றுக்கள்' மூன்று மட்டுமே தெரிந்திருந்தன. சில வருஷங்களுக்குள், ஆக்ஸிஜன் உட்பட, இன்னும் ஒரு பதினொன்றை அவர் கண்டுபிடித்துவிட்டார். உத்திகளின் முக்கியத்துவத்துக்கு இது மற்றுமோர் உதாரணம். ஆனால், இதில் நாம் காணுவது பரிணும முறையாக ஏற்பட்ட மாறுபாடே அன்றிப் புரட்சி முறையாக ஏற்பட்ட மாறுபாடு அன்று.

லவாய்சியேயின் துப்பு

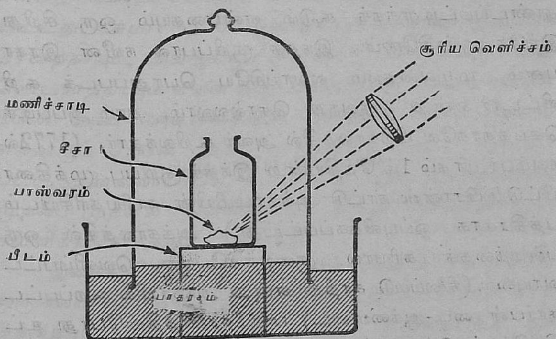
இளைஞராயும் பிரான்ஸ் நாட்டினராயும் விஞ்ஞான அமெச்சூராயும் உள்ள லவாய்சியேயின் புதிய மனக்கோட் திட்டம் அவர் பாஸ்வரம், கந்தகம் ஆகியவற்றை எரித்து நிகழ்த்திய பரிசோதனையோடு தொடங்கியது என்று தோன்றுகிறது. (படம் 26). 1772ல் தாம் எழுதிய பிரசித்தமான குறிப்பு ஒன்றில் அவர் பின்வருமாறு கூறுகிறுர் :

'கந்தகம் எரியும்போது, அது எடையை இழப்பதே இல்லை. அதற்கு மாருக அது எடையில் கூடுகிறது என்று சுமார் எட்டு நாட்களுக்கு முன்னல் நான் கண்டு பிடித்தேன்........பாஸ்வரத்திலும் அவ்வாறே காணப் படுகிறது. தகனம் நிகழும்போது நிலைப்படுத்தப்படுவ தாயும் ஆவிகளோடு இணை சேருவதாயும் உள்ள பிரும்

உத்தி - technique. வாயுப்பிடி தொட்டி - pneumatic trough. பரிணும முறை - evolutionary. புரட்சி முறையாக - revolutionary. துப்பு - clue. பாஸ்வரம் - phosphorus. கந்தகம் - sulphur. தகனம் - combustion.

மாண்டமான காற்றுத் தொகுதியில்தான் எடை இவ்வாறு அதிகமாகிறது.

'இப்படி நான் புதிதாகக் கண்டுபிடித்ததைத் தீர்மான முடிவை அளிப்பவை என்று நான் கருதும் சில பரிசோதனைகளால் நிலைநாட்டியாகிவிட்டது. கந்தகம், பாஸ்வரம் ஆகியவற்றின் தகனத்தின்போது என்ன என்ன காணப்படுகின்றனவோ அவை எல்லாம் தகனம் பஸ்மீகரணம்



படம் 26. பஸ்மீகரணத்தின்போது பாஸ்வரம் எடையில் அதிகரிப்பதைக் காட்டுவதற்கான லவாய்சியேயின் பரிசோதனைக் கருவியின் வரிப்படம். நிறுத்து எடை காணப்பட்ட ஒரு பாஸ்வரத் துண்டை ஓர் எடை தெரிந்த சீசாவுக்குள் வைத்துச் சீசாவை மணிச்சாடியால் மூடியிருக்கிறது. மணிச்சாடியிலுள்ள காற்றை வாயு மண்டலத்திலுள்ள மற்றப் பகுதிகளோடு கலவாமல் பாதரசம் அடைத்துவிடுகிறது. (ஒரு எரி கண்ணாடியால் குவிக்கப்பட்ட சூரிய வெளிச்சத்தால்) பாஸ்வரத்தைத் தீப்பற்றச் செய்தபோது, சீசாவுக்குள் ஒரு வெண்ணிறமான பஸ்மம் உண்டாகிறது; மணிச்சாடிக்குள் பாதரச மட்டம் உயர்கிறது. பஸ்மம் அடங்கிய சீசா வெளியே எடுத்து நிறுக்கப்படுகிறது. அப்போது, பாஸ்வரத்தைக் காட்டிலும் பஸ்மம் அதிக எடையுள்ளது என்று தெரிகிறது.

பஸ்மீகரணம் - calcination. மணிச்சாடி - bell jar. பீடம் - stand. எரி கண்ணாடி - burning glass. குவிக்கப்பட்ட - focussed.

ஆகியவற்றால் எடையில் மிகுதிப்படும் எல்லாப் பொருள் களிலும் நிகழக்கூடும் என்று நான் எண்ணுவதற்கு இந்தப் புதிய விஷயமே காரணம். மேலும், உலோக பஸ்மங்கள் எடையில் அதிகரிப்பதற்கும் இதே காரணம்தான் என்பது என்னுடைய அபிப்பிராயம்...'

ஒரு புதிய மனக்கோளை பிறப்பிப்பதில் மேதையின் சுடரொளி வீச்சு எப்படிச் சம்பந்தப்பட்டிருக்கிறது என்பதையும், ஒரு பரிசோதனைக் கவனக்குறிப்பால் இது எப்படித் தூண்டப்பட்டிருக்கக் கூடும் என்பதையும் ஒரு சிறிது இங்கே காண்கிறோம். இந்தக் குறிப்பால் நவீன இரசாயனம் முழுவதையும் லவாய்சியே பொதுப்படக் கூறி விட்டார் என்று ஒருவாறு சொல்லலாம். தாம் அப்படிச் செய்ததாகவே பிற்காலத்தில் அவர் கூறிவந்தார். (1772ல் நவம்பர் மாதம் 1ம் தேதியன்று இந்தக் குறிப்பு முத்திரையிட்டுப் பிரான்ஸ் நாட்டு அக்காடமியின் காரியதரிசியிடம் பத்திரமாக ஒப்புவிக்கப்பட்டது.) அக்காலத்தில் ஒரு பஸ்மத்தைக் கரியால் குறைத்தபோது, வெளிப்பட்ட வாயுவை (நிலைப்படு காற்று என்று அந்நாளில் கூறப்பட்ட கார்பன் டை-ஆக்ஸைடை) பஸ்மீகரணத்தின்போது உட்கிரகிக்கப்படும் வாயு(ஆக்ஸிஜன்)என்று லவாய்சியேமுதலில் தவறாக எண்ணியது வாஸ்தவம்தான். பிரீஸ்ட்லி ஆக்ஸிஜனைக் கண்டுபிடித்த பின்னும், இந்தப் புதிய வாயுவைக் கொண்டு பிரீஸ்ட்லி நிகழ்த்திய பரிசோதனைகளை லவாய்சியே மீண்டும் செய்து பார்த்த பின்னும் வரை, பஸ்மீகரணத்தின்போது உட்கிரகிக்கப்பட்ட காற்றின் இயல்பு தெளிவாகத் தெரியவில்லை. அவருடைய குறிப்புப் புத்தகங்களையும் அவருடைய பிந்திய வெளியீடுகளையும் நாம் இப்

உலோக பஸ்மங்கள் - metallic calces. அக்காடமி - academy. குறைத்தல் - reduction. பஸ்மம் - calx. கரி - charcoal. நிலைபடு - fixed.

போது பார்க்கும்போது இது நன்ருகத் தெரிகிறது. அதன் பின்புதான் விளங்காமல் பிரமிக்கச் செய்த விஷயத்தின் பகுதிகளெல்லாம் ஒன்ருகப் பொருந்தி உருவானதும், அப்படி அமைந்த சித்திரத்தின் மையப் பகுதியில் அப் போது புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஆக்ஸிஜன் இடம் பெற்றதும். ஆனுல், பஸ்மீகரணத்தின்போது காற்றி லிருந்து ஏதோ ஒன்று உட்கிரகிக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்பது லவாய்சியேக்குத் தொடக்கத்திலேயே தெரிந்து விட்டது. சுமார் 150 ஆண்டுகளுக்கு முன் ஜீன் ரே சென்றதாயும், அவருக்குப் பின்னர் வேருெருவரும் பின் தொடராததாயும் உள்ள ஒரு பாதையிலே, தம்மை அறியா மலே, அவர் அடிவைத்துச் சென்ருர். கிட்டத்தட்ட எல்லாரும் ரேயின் நூலை மறந்துவிட்டார்கள். அப்படிப் பட்ட நூலை லவாய்சியே, தம்முடைய புதிய கொள்கையை முதன் முதலில் வெளியிட்ட சிறிது காலத்துக்குள், கவனிக்க நேர்ந்தது.

இதைக் கேட்டதும் பல வாசகர்களின் மனத்திலே ஒரு கவர்ச்சிகரமான விஞ பளிச்சென்று தோன்றும்: கந்த கத்தையும் பாஸ்வரத்தையும் பற்றிச் செய்யப்பட்ட ஓர் ஆராய்ச்சி லவாய்சியேயைச் சரியான விளக்கம் கூறச் செய்தது என்ருல், அது எப்படி? அந்தப் பொருள்களைக் கொண்டு அவர் பரிசோதனைகளைச் செய்தான பின்பு, முற்றும் புதிய வழி ஒன்றில் பரிசோதனைகளை வகுத்து, முழு நம்பிக்கையோடும் அவைகளைச் செய்யத் தொடங் கியது ஏன்? ஒருநாளும் விள்ளமுடியாத சரித்திரப் பிதிர்களில் இதுவும் ஒன்று. ஆபினும், இதைப் பற்றி ஆலோசித்துப் பார்ப்பது முற்றும் பயனில்லாத காரியம் அன்று. லவாய்சியே 1772ல் நவம்பர் 1ம் தேதியன்று எழுதிய குறிப்பில் 'பிரும்மாண்டமான' என்பதுதான்

அச்சாணியாக உள்ள சொல் என்று நான் சொல்லுவேன் — 'நிலைப் படுத்தப்பட்ட பிரும்மாண்டமான காற்றுத் தொகுதியினால் தான் எடை இவ்வாறு அதிகமாகிறது.' இப்படி நான் நினைப்பது சரியானால், பரிசோதனையிலுள்ள கஷ்டங்கள் (அல்லது கஷ்டமில்லாமை) புதிய மனக்கோள்கள் பரிணமிப்பதற்கு ஏற்ற நிலைகளை எவ்வாறு அமைக்கின்றன என்பதற்கு இது மற்றோர் உதாரணம் ஆகும். ஓர் உலோகத்தின் பஸ்மீகரணத்தின் போது காற்று உட்கிரகிக்கப் படுகிறதா இல்லையா என்பதைத் தீர்மானிப்பது எளிதன்று. அந்தச் செயல் நிகழ்வதற்கு நெடுங் காலமும், உயர்ந்த வெப்பநிலையும் வேண்டும். மேலும், எடையில் ஏற்படும் கூடுதலின் அளவும் ஆக்ஸிஜன் உட்கிரகிக்கப்படுவதின் அளவும் மிகச் சிறியவையாக இருக்கின்றன. ஆனால் பாஸ்வரம், கந்தகம் ஆகியவற்றைக் கொண்டு நிகழ்த்திய பரிசோதனை இதைவிட எளிதாக இருந்தது. (ஓர் எரி-கண்ணாடியால் கொளுத்தினால், இப் பொருள்கள் உடனே தீப்பற்றி எரிகின்றன.) மேலும், அப்போது கவனிக்கப் படும் விளைவும் மிகப் பெரிதாக இருக்கிறது. இதற்குரிய காரணத்தை நவீன இரசாயனச் சொல்வழக்கின்படி சொல்வதாயிருந்தால், 'கந்தகமும் பாஸ்வரமும் முறையே 32, 31 என்னும் குறைவான அணு-எடைகளை உடையவை (ஆக்ஸிஜனின் அணு எடை 16). தகனத்தின்போது 2 பாஸ்வர அணுக்கள் 5 ஆக்ஸிஜன் அணுக்களோடும், 1 கந்தக அணு 3 ஆக்ஸிஜன் அணுக்களோடும் இணைகின்றன' என்று சொல்லவேண்டும். ஆனால், உலோகங்களின் அணு-எடை அதிகமாயும், அவைகளோடு இணைசேரும் ஆக்ஸிஜன்

அச்சாணியாக உள்ள சொல் - key-word. பிரும்மாண்டமான - prodigious. எரி-கண்ணாடி - burning glass. (லென்ஸ் எனப்படுவது). கந்தகம் - sulphur. பாஸ்வரம் - phosphorus. அணு - எடை - atomic weight.

அணுக்களின் எண் குறைவாயும் இருக்கின்றன. ஆதலால், பாஸ்வரத்தின் 62 எடைகள் 62+(5×16)=142 கூட்டுப் பொருட் பகுதிகளை அளிக்கின்றன. ஆனால், தகரத்தைக் கவனித்தாலோ, அதன் அணு-எடை 118 ஆக இருக்கிறது. 2 ஆக்ஸிஜன் அணுக்களே அதோடு இணை சேருகின்றன. ஆதலால், 118 தகர எடைகளை 118+(2×16), அதாவது 150 பஸ்ம எடைகளை அளிக்கின்றன, அதாவது, இதில் ஏற்படும் கூடுதல் 25 சதாம்சமாக மட்டும் இருக்கிறது. (பாஸ்வரத்தின் விஷயத்தில் கூடுதல் இரட்டிப்புக்கும் அதிகமாக இருக்கிறது என்பது கவனிக்கத் தக்கது.) இவற்றை ஒத்த வித்தியாசங்கள் உட்கிரகிக்கப்பட்ட ஆக்ஸிஜனின் கன-அளவிலும் காணப்படும். அதுவுமன்றி, ஓர் உலையில் மிகவும் அதிகமான வெப்பநிலையில் நெடுநேரம் தகரத்தின் பஸ்மீகரணம் நிகழுமானால், உட்கிரகிக்கப்பட்ட காற்றின் கன-அளவை அளப்பதற்கு ஏற்றதாக உள்ள மிகவும் திருப்திகரமான வழி எதுவும் 1770ல் கைவசம் இல்லை.

அளவியல் அளவுகளும் தற்செயலான பிழைகளும்

மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடிலிருந்து பிரீஸ்ட்லி இயற்றிய வாயுவை லவாய்சியே கவனிக்க நேரிடும் வரை, காற்றிலிருந்து ஏதோ ஒன்று உட்கிரகிக்கப்படுவதால்தான் உலோக பஸ்மங்கள் எடையில் அதிகரித்து வருகின்றன என்பதை ருசுப்படுத்துவது லவாய்சியேக்கு நிஜமாகவே மிகவும் கஷ்டமாக இருந்தது. பாயில் செய்த சில பரிசோதனைகளைச் சிறிது மாறுதலோடு மீண்டும் நிகழ்த்தியதே அவர் உபயோகித்த முறை. அந்த மாறுதலும் அந்தச் சிரமங்களும் கவர்ச்சிகரமானவை. ஒரு முக்கிய விஷயத்

தகரம்-tin. சதாம்சம் - per cent. அளவியல் அளவுகள் - quantitative measurements. மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடு - mercuric oxide. பிரீஸ்ட்லி - Priestley. லவாய்சியே - Lavoisier.

தையும் அவை நன்கு எடுத்துக் காட்டுகின்றன. பாயில் ஒரு கண்ணடி ஏனத்தில் தகரத்தை வைத்துக் காற்றுப் புகாமல் மூடி, அந்த ஏனத்தைக் கரி-நெருப்பால் நெடு நேரம் வெப்பமுறச் செய்தார். (கண்ணடி வெடிக்கக் கூடும்; ஆதலால் இது மிகவும் அபாயகரமான செயல் என்று அவர் எச்சரிக்கை கூறுகிறார்). பிறகு அவர் அந்த ஏனத்தை நெருப்பிலிருந்து நீக்கினர்; அதைக் குளிர வைத்து, கண்ணடியைத் திறந்து, மீண்டும் ஏனத்தை நிறுத்தார். அதன் எடை எவ்வளவு அதிகமாயிற்று என்று குறித்தார். பஸ்மம் உலோகத்தைக் காட்டிலும் அதிக எடையுள்ளது என்று காட்டுவதற்குச் செய்யப்படும் பரிசோதனைகளில் இதுவும் ஒன்று. இது பலரும் நன்கு அறிந்தது. (கண்ணடியின் வழியாக உள்ளே சென்ற நெருப்புத் துகள்களே எடை அதிகமாவதற்குக் காரணம் என்று பாயில் நம்பினர் என்பது வாசகர்களுக்கு நினைவிருக்கும்.) இதில் பாயில் செய்த தவறு என்ன வென்றால், ஏனத்தைத் திறப்பதற்கு முன்னல் அதை நிறுத்துப் பார்க்காததே யாகும் என்று லவாய்சியே சொன்னர். ஏனென்றால், அவர் கூறிய விளக்கமும் சரியாக இருந்தது. கண்ணடியின் வழியாக நெருப்பு உள்ளே சென்று தகரத்தோடு இணைந்திருக்குமானல், காற்றை உள்ளே புகவிடுவதற்கு முன்பே எடை அதிக மாயிருக்கவேண்டும். அப்படியில்லாமல், அதில் ஆக்ஸிஜன் சம்பந்தப்பட்டிருக்குமானல், காற்றை உள்ளே புகவிட்ட பின்புதான் எடை அதிகமாகும். இந்தப் பரிசோதனையை லவாய்சியே செய்து பார்த்தபோது கிடைத்த விளைவுகள் அவர் எதிர்பார்த்தபடியே இருந்தன. ஆனல், பாஸ் வரத்தைக் கொண்டு நிகழ்த்திய சோதனைகளில் கிடைத்த

பாயில் - Boyle.

விளைவுகளைப்போல் இவை அவ்வளவு பளிச்சென்று தோன்றவில்லை. இது ஏன் என்பதைச் சற்று முன்னால் விளக்கினோம். ஒரு பரிசோதனையில் மொத்தம் இருந்த பங்குகள் 4,100 ; அதிகமாகிய அளவு 10 பங்குகளே. மற்றொன்றிலும் மொத்தம் சுமாராக அதேதான் ; அதிக மாகிய அளவு 3 பங்குகளே. ஒரு பெரிய கண்ணாடி ஏனத்தை மிகவும் திருத்தமாக அளப்பதில் பல சிரமங்கள் உண்டு. அவைகளில் பெரும்பான்மை மெல்லிய ஏடாகப் படிந்த ஈரத்தினால் ஏற்படுகின்றன என்று நமக்கு இக் காலத்தில் தெரியும். ஆகையால், வெப்பம் ஏற்பட்ட பின் கண்ணாடி வாலையின் எடையில் நாளுக்கு நாள் வெவ் வேறுகக் காணப்பட்ட வித்தியாசமானது அவ்விரண்டு பரிசோதனைகளில் ஒன்றில் மொத்தத்தில் எடை எவ்வளவு அதிகமாயிற்றோ, கிட்டத்தட்ட அவ்வளவு அதிகமாக இருந்தது என்பதைப் பற்றி நாம் ஆச்சரியப்பட வேண்டியதில்லை.

பரிசோதனைகளால் கிடைத்த இந்த முரடான உண்மைகள் மிகவும் முக்கியமானவை. இவற்றிலிருந்து எனக்கு ஒன்று நன்றாகத் தோன்றுகிறது. காற்றை உள்ளே புகவிடுவதற்கு முன்னும், அதை உள்ளே புக விட்டதற்குப் பின்னும் கிடைத்த எண்களில் காணப்படும் உறுதியில்லாத தன்மை மிக அதிகமாக இருந்திருக்கும். அவை காரணமாக, அவரும் அவருக்குப் பிந்திய ஆராய்ச்சி யாளரும் சிறிது குழப்பம் அடைந்திருப்பார்கள். **அளந்து கிடைத்த அளவுகள் முறை காரணமாகவோ தற்செய லாகவோ ஏற்படக்கூடிய பிழைகளோடு ஒப்பிட்டால், அவற்றைவிட அதிகமாக இருந்தால் மட்டுமே,**

வாலை - retort. (காய்ச்சி வடிப்பதற்காக உதவும் கருவி) முறை காரண மாக - systematic. தற்செயலாக - accidental.

அளவியல் அளவுகளை முக்கியமான விஞ்ஞான முன்னேற்றங்களுக்கு ஆதாரமாகக் கொள்ள முடியும். பொருளுடைய எண்களின் தத்துவம் பிற்காலத்திய விஞ்ஞான சரித்திரத்தில் முக்கியமாக இருந்தது. பாஸ்வரத்தின் தகனத்தையும், தகரத்தின் பஸ்மீகரணத்தையும் ஒட்டிய இந்த விருத்தாந்தம் அப்பேர்ப்பட்ட தத்துவம் ஒரு காலத்தில் பயன்படப் போகிறது என்பதை ஓரளவு முரடாக முற்கூட்டியே காட்டுகிறது.

புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு: ஒரு புதிய மனக்கோளுக்குத் தடை

லவாய்சியேயின் காலத்துக்கு முற்பட்ட பரிசோதகர்கள் அளவியல் பரிசோதனைகளை நடத்தவில்லை; அதாவது, அவர்கள் தராசை உபயோகிக்கவில்லை என்று சில சமயங்களில் சொல்லப்படுவதுண்டு. தராசை அவர்கள் உபயோகித்திருந்தால், தகனம் நிகழும்போது எடை மிகுதியாகிறது என்பதை அவர்கள் கண்டுபிடித்திருப்பார்கள் என்றும், ஆதலால் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டை ஒப்புக்கொண்டிருக்கமாட்டார்கள் என்றும், சொல்லக் கேட்கிறோம். இப்படிச் சொல்வது அறிவீனம். ஏனென்றால், நாம் முன்னால் பார்த்தபடி, புளொஜிஸ்டானின் காலம் தொடங்குவதற்கு நெடுநாட்களுக்கு முன்னமேயே ஓர் உலோகத்தைக் காட்டிலும் அதன் பஸ்மம் அதிக எடையுள்ளதாக இருக்கிறது என்று ரே காட்டியிருந்தார். நவீனப் பிரமாணங்களின்படி அவ்வளவு திருத்தமானவை என்று சொல்லக்கூடாதவையாக இருந்தாலும், அக்காலத்திலும் அளவியல் பரிசோதனைகள்

பொருளுடை எண்கள் - significant figures. புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு - Phlogiston Theory. நவீனப் பிரமாணங்கள் – modern standards.

அடிக்கடி செய்யப்பட்டுத்தான் வந்தன. ஓர் உலோகத்தி லிருந்து கிடைக்கும் பஸ்மம் அந்த உலோகத்தைக் காட்டிலும் அதிக எடையுள்ளது என்பது ஒவ்வொரு வருக்கும் தெரிந்த விஷயம் என்பதுபோல, லவாய்சியே 1772ல் ஒரு குறிப்பில் எழுதுகிறார். புளோஜிஸ்டான் கோட்பாட்டை உள்ளது உள்ளபடி கூறும் எந்த விவரணத் திலும் இந்த விஷயத்தைப் பொருத்திக் கூற முடியாது. ஆனபோதிலும், புளோஜிஸ்டான் கோட்பாடு மிகவும் பயனுள்ளதாக இருந்தது. ஆகவே, பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் மத்தியில் வாழ்ந்த விஞ்ஞானிகள் எவரும் அதைத் தூக்கி எறியவோ, அல்லது அது தவறென்று நிரூபிக்கவோ முயலவில்லை. தங்களுடைய அபிப்பிராயப்படி மற்றெல்லா வகையிலும் மிகச் சிறந்ததாகப் பாராட்டக் கூடியதான ஒரு மனக்கோட் திட்டம் என்று தோன்றிய அந்தக் கோட்பாட்டோடு ஒத்துவராமல், அசௌகரியமாக இருந்துவந்த சில விஷயங்களை அந்தக் கோட்பாட்டோடு எப்படி ஒத்துவரச் செய்யலாம் என்பதில் அவர்கள் மிகக் கருத்துள்ளவர்களாக இருந்தார்கள். அப்போது அவர்கள் செய்ய முயன்றதெல்லாம் இதுதான்.

இதிலிருந்து வெளிப்படும் தந்திரத்தின் தத்துவம் தெளிவாகத் தெரிகிறது. ஒரு பழைய மனக்கோட் திட்டத்தைக் கைவிட வேண்டுமானால், ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டம் அமைக்கப்பட்டாக வேண்டும். நன்கு நிலைநாட்டப்பட்ட ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தோடு ஒவ்வாதவையாகச் சில விஷயங்கள் முதலில் காணப்படலாம். அவை மிகச் சிலவாக இருந்தால், அப்போது எடுத்துக்கொள்ளப்படும் முதல் முயற்சி அந்தத் திட்டத்தைக் கைவிடுவதாக

தந்திரத்தின் தத்துவம் - strategic principle.

இராது. அப்படி அவை ஒவ்வாதிருப்பதால் ஏற்படும் கஷ்டத்தை எப்படியாவது நிவர்த்தி செய்வதற்கு ஏதாவது ஒரு வழி கண்டுபிடித்து, அந்தத் திட்டத்தை அழியாமல் காப்பாற்றி வைத்துக்கொள்வதாகவே அம்முயற்சி இருக்கும். இது போலவே, புதிய மனக்கோட் திட்டங்களை எடுத்துக் கூறுபவர்களும் தங்களுடைய புதுத் திட்டத்துக்கு விரோதமாகச் சொல்லக் கூடிய விஷயங்கள் மிகச் சிலவாக மட்டும் இருந்தால், அவற்றால் நிலைகலங்குவதில்லை. அவ் விஷயங்கள் தப்பு என்று ருசுப்படுத்தவோ, அல்லது அவைகளை எப்படியாது சுற்றிச் செல்லவோதான் அவர்கள் முதலில் முயலுகிறார்கள். இவ்வாறு லவாய்சியேயும் பிற்காலத்தில் செய்தார். சிற்சில பரிசோதனைகள் தம்முடைய புதிய கருத்துக்களோடு பொருந்தும்படி சிறிது கூட விளக்க முடியாதவைகளாகத் தோன்றிய போதிலும், லவாய்சியே தம்முடைய புதுக் கருத்துக்களைக் கைவிடாமல் பற்றிவந்தார். அந்தப் பரிசோதனைகளிலிருந்து கொள்ளப்பட்ட பொருள்தான் தவறானது என்பது அவர் இறந்த பின்பே தெரியவந்தது. உலோகங்களின் பஸ்மீகரண விஷயத்தில் இவ்வாறு ஒன்றும் நடக்கவில்லை. பஸ்மீகரணத்தின்போது எடை அதிகமாகிறது என்பது உண்மைதான் என்பதைப் பற்றி, 1770ம் வாக்கில், எவருடைய மனத்திலும் எவ்விதமான சந்தேகமும் இருந்திருக்க முடியாது. புளோஜிஸ்டான் கோட்பாடு சரியானதாக இருந்தால், எடையில் குறைவு ஏற்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பதைப் பற்றியும் யாதொரு சந்தேகமும் இல்லை. அப்படி இல்லாவிட்டாலும்கூட, புளோஜிஸ்டான் என்பதும் நெருப்பைப் போல ஒரு பளுவில்லாத பொருளாக இருந்தால், எடையில் யாதொரு வித்தியாசமும் இல்லாமலாவது இருக்கவேண்டும்.

பஸ்மீகரணத்தைப் பற்றிய இந்த இருதலைக்கொள்ளி நிலையிலிருந்து தப்புவதற்குரிய முயற்சிகள் செய்யப்பட்டன. அவற்றுள் ஆதி முயற்சி ஒன்று எடைக்கும் அடர்த்திக்கும் வித்தியாசம் தெரியாமலிருந்ததால் ஏற்பட்ட குழப்பத்தை அடைக்கலமாகக் கொண்டது (அதாவது பஸ்மங்கள் உலோகங்களைக் காட்டிலும் அடர்த்தியில் குறைந்தவை; ஆனால், பஸ்மீகரணத்தின்போது மொத்த எடை அதிகமாகிறது). கஷ்டப்பட்டு ஆலோசித்துப் பார்த்தபோது, இதை விரைவில் திருத்திக்கொள்ள முடிந்தது. மற்றொரு முயற்சி புளோஜிஸ்டானுக்கு 'நெகடிவ்' எடை அளித்தது. ஆனால் இது அதிக நாள் வழங்கி வரவில்லை. புதிய பரிசோதனைகளோடு பழைய கருத்துக்கள் பொருந்தியிருக்கும் பொருட்டு அந்தக் கருத்தை எப்படியாவது மாற்றியமைக்கக் கூடுமா என்று எவ்வளவு கஷ்டப்பட்டு முயன்று பார்க்கிறார்கள் என்பதற்கு இது ஓர் உதாரணம். ஆனால், இந்த விஷயத்தில் அவர்கள் செய்த மாறுதல்கள் முற்போக்காக இராமல், வெகு தூரம் பிற்போக்காக இருந்தன. பஸ்மீகரணத்தின்போது காணப்பட்ட அளவியல் விஷயத்தை மனக்கோட் திட்டத்தோடு இணங்கச் செய்வதால் கிடைத்த லாபத்தை—நெகடிவ் எடை என்னும் கொள்கையைத் தர்க்க ரீதியில் தொடர்ந்து முடிவுகொள்ளும்போது—பறிகொடுக்க வேண்டியிருந்தது. மற்றொரு பொருளோடு அதைச் சேர்த்தால் மொத்த எடையைக் குறைந்துபோகச் செய்யும் இந்தப் புளோஜிஸ்டான் என்பது என்ன பொருள்? அல்லது என்ன தத்துவம்? மேலும் புளோஜிஸ்டான் 'நெகடிவ்' எடையை உடையது என்னும் கருத்தை நம்புவதும் மிகக் கஷ்டமாயிருந்தது. புளோ

இருதலைக் கொள்ளிநிலை - dilemma. நெகடிவ் (negative) அதாவது—. இது எடையைக் குறைப்பது; எடையுள்ள பொருளோடு இதைச் சேர்த்தால் அந்தப் பொருளின் எடை கூடுவதில்லை; குறைந்துபோகும்.

ஜிஸ்டான் கோட்பாட்டைத் தர்க்க ரீதியில் (ஒருவகை யாகப் பார்த்தால் இது தர்க்க ரீதியானது; மற்ருெரு வகையாகப்பார்த்தால் இது மிகவும் தர்க்க விரோதமானது) இப்படி விவரித்ததை எக்காலத்திலும் பலரும் பெரும் பான்மையும் ஒப்புக் கொள்ளவில்லை. ஆனால், பதினெட் டாம் நூற்றாண்டு ஆராய்ச்சியாளர் செய்த காரியங்களைப் பார்த்து நாம் குலுங்கச் சிரிப்பதற்கு முன்னால் சில விஷ யங்கள் நினைவிருக்கவேண்டும். பத்தொன்பதாம் நூற் றாண்டுக்கு முன்பு வெப்பம் என்பது ஒரு பொருள் என்றே கருதிவந்தார்கள் என்பதும், பொருளைப் பற்றிய அணுக் கோட்பாடு, மூலக்கூறுக் கோட்பாடு என்பவைகளின் மனக் கோள் முழுவதும் அடிவானத்துக்கு அப்பால் மறைந்து கிடந்தது என்பதுமே அவை.

பஸ்மீகரணத்தை ஒட்டிய அளவியல் விஷயங்களால் ஏற்பட்டுள்ள இருதலைக்கொள்ளி நிலையே இது. இதைப் பார்த்தால், எக்கொள்கையோடும் இணைத்துப் பொருத்த முடியாத விஷயங்களில் இதுவும் ஒன்று என்று 1770ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் வாழ்ந்த இரசாயனப் பரிசோதகர் களில் பெரும்பாலோர் ஒப்புக்கொண்டுவிட்டது போல் தோன்றுகிறது. இப்படிப்பட்ட மனநிலை இவ்வளவு அதிக அளவில் விஞ்ஞானத் துறையில் காணப்படும் என்று பலரும் நினைக்கமாட்டார்கள். வாஸ்தவத்தில், ஒவ்வொரு கொள்கையின் வளர்ச்சியிலும் சிற்சில படிகளிலாவது ஒரு வகையில் அவசியமாக இருக்கவேண்டிய மனநிலை இது. தீர்க்கப்படாதவையான இப்படிப்பட்ட பிதிர்களைத் தம் முடைய சிந்தனையின் முன்னணியில் கவனமாக வைத்துக் கொண்டிருப்பவரே நுண்ணறிவுடைய விஞ்ஞானி, அவரே

தர்க்க ரீதியில் - logical. அணுக் கோட்பாடு - atomic theory. மூலக் கூறுக் கோட்பாடு - molecular theory. அடிவானம் - horizon.

உண்மையான மகாமேதாவி. அப்படி அவர் வைத்துக் கொண்டிருப்பதால்தான், புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்படும் ஏதாவது ஒரு விஷயத்தையோ அல்லது ஒரு புதிய உத்தியையோ தீர்க்கப்படாதிருக்கும் பிரச்சினைகளில் பிரயோகித்துப் பார்ப்பதற்கு அவர் தயாராகவே இருக்கிறார். அவரே மார்க்கதரிசி, புரட்சிக்காரரும் கூட. சிறந்த மேதாவிகளிடம் இத்தகைய யுக்தி தந்திரங்கள் ஒன்றாகச் சேர்ந்திருப்பதைச் சரித்திர வாயிலாக விஞ்ஞான விளக்கத்தைப் பெற முயலுவோர் அனைவரும் சீராகக் கவனிப்பது நன்று.

ஆக்ஸிஜனைப் பயன்படும் அளவில் நன்கு கண்டுபிடித்தது

லவாய்சியே தம்முடைய புதிய கருத்துக்களை வளர்த்த படிகளை இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில் பொதுப்படக் கூறலாம். அப்படிச் செய்தால், இரசாயனத்தைப் பற்றி மிகச் சிறிதே தெரிந்த வாசகர்களுக்கும் அதைப் பற்றி ஒன்றுமே தெரியாத வாசகர்களுக்கும் அது உதவியாயிருக்கலாம். இந்தப் படிகள் பின்வரும் முறையில் அமைந்திருப்பது போல் தோன்றுகிறது. முதலாவதாக, உலோகங்களின் பஸ்மீகரணத்தின் போதும் தகனத்தின் போதும் வாயுமண்டலத்திலிருந்து ஏதோ ஒன்று உட்கிரகிக்கப்பட்டது என்னும் மூலாதாரமான அபிப்பிராயம். இரண்டாவதாக, ஏதோ ஒன்றாக உள்ள இதைத் தேடுவதற்கான முயற்சி. மூன்றாவதாக, மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடு எனப்படும் பஸ்மமானது ஏதோ ஒன்றாக உள்ள இதைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு வழியாக

மகாமேதாவி - genius. மார்க்கதரிசி - pioneer. புரட்சிக்காரர் - revolutionist. யுக்தி தந்திரங்கள் - strategy and tactics. மூலாதாரமான - radical. மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடு - mercuric oxide. பயன்படும் அளவில் - effective.

உதவக்கூடும் என்றும் அறிவு. நான்காவதாக, மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடிலிருந்து ஆக்ஸிஜனைத் தயார் செய்ததும், அது தூய்மைப்படுத்தப்பட்ட சாதாரணக் காற்று அன்று என்பதைத் தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ளத் தவறியதும். ஐந்தாவதாக, மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடிலிருந்து கிடைத்த வாயு சாதாரணக் காற்று அன்று, புதிதான வேறு ஏதோ ஒன்று என்பதைப் பற்றித் தாம் கண்ட சான்றுகளைப் பிரீஸ்ட்லி வெளியிட்டது. ஆறுவதாக, தம்முடைய பரிசோதனைகள் பிழையுள்ளவை என்பதை விரைவில் லவாய்சியே தெரிந்துகொண்டதும், தகனம் பஸ்மீகரணம் என்னும் இரண்டு நிகழ்ச்சிகளிலும் வாயுமண்டலத்தின் **இயைபுறுப்புக்களில் ஒன்ருகிய** இந்தப் புதிய வாயுவான ஆக்ஸிஜன் உட்கிரகிக்கப்படுகிறது என்பதை அவர் அதன்பின் அறிந்துகொண்டதும். அச் சந்தர்ப்பம் வாய்ந்தபோது இரசாயனப் புரட்சி என்னும் முக்கிய மாறுபாடு நிகழ்ந்தாய்விட்டது. ஒரு நாடகத்தில் முக்கிய நிகழ்ச்சி நிகழ்ந்த பின்னர், பாக்கியுள்ள நாடகக் காட்சிகள் தாமாகவே தொடர்ந்து நிகழ்வது போல, அப்புரட்சி நிகழ்ந்த பின்பு மற்றவை எல்லாம் கிட்டத்தட்டத் தாமாக நிகழ்கின்றன. (ஆயினும் அந்தப் புதிய கருத்துக்கள் உடனே ஒப்புக்கொள்ளப்படவில்லை என்பதையும், புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு உடனே கைவிடப்படவில்லை என்பதையும் நாம் பின்னுல் பார்க்கப் போகிறேம்.)

1772 முதல் 1777 வரை லவாய்சியே செய்த ஆராய்ச்சியின் வளர்ச்சியில் காணப்பட்ட இந்த ஆறு படிகளும் விஞ்ஞானிகளின் மனத்தில் நிகழும் சிந்தனை முறைகளைப் பற்றிக் கருத்துடையவர்களுக்கு மிகவும் கவர்ச்சிகரமாக இருக்கும். புரட்சிகரமான விஞ்ஞானக்

இயைபுறுப்பு - constituent. முக்கிய மாறுபாடு - coup d'etat.

கருத்துக்கள் உதிப்பதற்குக் காரணமாக உள்ளது இயற்கையறிவும் தர்க்க அனுமானமும் சேர்ந்த சிக்கலான இணைப்பு. அதை உள் நுழைந்து காணுவதற்கு இதை ஒத்த சந்தர்ப்பம் மிகவும் அரிதாகவே கிடைக்கும். கந்தகம், பாஸ்வரம் ஆகியவை எரிவதைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிகளை லவாய்சியே நடத்தத் தொடங்கியபோது, அவர் இருபத்தொன்பது பிராயத்தினரான வாலிபர். செல்வம் மிக்க வியாபாரியாக இருந்த அவரை இந்த ஆராய்ச்சித் துறையில் இறங்கச் செய்த காரணம் இன்னது என்று தெளிவாகத் தெரியவில்லை. ஆனால், அந்தக் காலத்தில் ஒருபுறம் வாயுக்களின் ஆராய்ச்சியிலும் மற்றொருபுறம் புளொஜிஸ்டானைப் பற்றிய சர்ச்சையிலும் பலரும் சிரத்தை கொண்டிருந்தார்கள். லவாய்சியே பரிசோதனைத் துறையில் அதிகப் பயிற்சி இல்லாதவர்; இதைப் பற்றிச் சந்தேகம் இல்லை. வாஸ்தவத்தில், 1772ல் எழுதி முத்திரையிட்டு வைத்த முதல் குறிப்பில் தாம் கண்டதாகக் அவர் கூறும் சில விஷயங்கள் தவறானவை என்று அனேகமாக நிச்சயமாகச் சொல்லலாம். கந்தகத்தை எரிக்கும்போது எடை அதிகரிப்பதாகக் கூறிய விஷயங்களைப் பற்றி அவர் பின்னர் ஒருகாலும் குறிப்பிடவில்லை. தாம் கண்டவையாக அவர் சொல்லும் கவனக் குறிப்புக்களில் சிலவற்றை அவர் எப்படிக் கவனித்திருக்கக் கூடும் என்றே நம்மால் நம்ப முடியவில்லை. ஆனபோதிலும், இந்தக் காலம் முதற்கொண்டு, பெரும்பான்மையும் பிரீஸ்ட்லியால் அபிவிருத்தி செய்யப்பட்ட உத்திகளில் தாமும் திறமையுள்ளவராக ஆகவேண்டும் என்ற உறுதியோடு அவர் மிக முயன்று வந்தார். அந்த ஆங்கிலேயக் கிறிஸ்தவக் குருவின் பரிசோதனைகளில் பலவற்றையும்,

இயற்கையறிவு - intuition. தர்க்க அனுமானம் - logical reasoning. உத்திகள் - techniques. பிரீஸ்ட்லி – Priestley. ஜோஸப் பிளாக்கு - Joseph Black.

ஜோஸப் பிளாக்கு என்றும் புகழ்பெற்ற ஸ்காட்லாந்து நாட்டுப் பேராசிரியர் நிகழ்த்திய பரிசோதனைகளையும் அவர் மீண்டும் நிகழ்த்திப் பார்த்தார். இரசாயனக் கிரியையில் சம்பந்தப்படும் பொருள்களின் எடைகளையும், அவற்றின் விளைவுப் பொருள்களின் எடைகளையும் தீர்மானிப்பது எவ்வளவு முக்கியமான காரியம் என்று அநேகமாகப் பிளாக்கின் வெளியீடுகளிலிருந்தே அவர் தெரிந்து கொண்டிருக்கலாம்.

இரசாயனத்தில் தராசை ஒழுங்காக உபயோகிப்பதைத் தொடங்கிவைத்தவர் லவாய்சியேதான் என்று சிலவேளைகளில் சிலர் கூறக் கேட்டிருக்கிறோம். ஆனால், இது முற்றும் சரி அன்று. அந்தப் பெருமை எவராவது ஒருவரைச் சேரத் தக்கது என்றிருந்தால், அதற்குரியவர் ஜோஸப் பிளாக்கு என்பவரே. ஆனால், எடைகளின் உறவுப்பாடுகளின் முக்கியத்துவத்தைப் பற்றித் தாம் உழைக்கத் தொடங்கிய காலம் முதலே லவாய்சியே வற்புறுத்தி வந்தார். லவாய்சியேயின் வாழ்க்கைச் சரித்திரத்தை எழுதிய ஆசிரியர் ஒருவர் அரசருக்காக வரிகளை வசூல் செய்த கூட்டுவியாபாரச் சங்கத்தின் தொழிலில் வெற்றி பெற்ற அங்கத்தினர்களில் ஒருவராக லவாய்சியே இருந்ததைக் கண்டு வியந்தார். ஆதலால் அவர் அந்தப் பிரான்சு நாட்டு இரசாயனி வியாபாரத் தத்துவங்களை விஞ்ஞானத்தில் பிரயோகித்தார் என்று கூறுகிறார். (ஓர் இரசாயனக் கிரியையில் சம்பந்தப்பட்ட எடைகளின் கூட்டுத் தொகை அதன் விளைவுப்பொருள்களின் எடைகளின் கூட்டுத்தொகைக்குச் சமமாக இருக்கவேண்டும் என்பது ஒரு தத்துவம். பிற்கால விஞ்ஞானிகளின் காலத்தில் இது

இரசாயனக்கிரியை - chemical reaction. எடைகளின் உறவுப்பாடு - weight relations.

ஒரு வெளிப்படை உண்மை என்று ஆகிவிட்டது. இதை முதன் முதலாக முறையாக உபயோகிக்கத் தொடங்கியவர் அவர் என்பதுதான் உண்மை. கணக்குப் புத்தகங்களைச் சரிக்கட்டுவது இதற்கு மிகவும் பொருத்தமான உபமிதி, நாம் முன்னே கூறிய வாழ்க்கைச் சரித்திர ஆசிரியர் வழங்கிய 'இருப்புநிலைக் குறிப்புத் தத்துவம்' என்னும் சொற்றொடர் இதற்கு மிகவும் பொருத்தமானது. (ஆக்ஸிஜனைப் பயன்படும் அளவுக்கு நன்கு கண்டு பிடித்த பின்பு) பிரீஸ்ட்லிக்கு மேன்மேலும் கஷ்டங்களே அதிகரித்துவந்தன. அவற்றைக் கவனித்துப் பார்க்கும்போது, பரிசோதகரான லவாய்சியே வெற்றி பெற்றதற்கு நேர்முகமான காரணம் 'இருப்புநிலைக் குறிப்புத் தத்துவத்தை' அவர் உபயோகித்ததே யாகும் என்பது தெரியும்.

அந்தப் புதிய மனக்கோட் திட்டம் வெளிவந்து கொண்டிருந்த காலத்தில், அதுநிலைநிற்குமா நிற்காதா என்று இருந்த நிலையில், பாஸ்வரம் எரியும்போது நிலைப்படுத்தப் பட்ட 'பிரும்மாண்டமான காற்றுத் தொகுதியைப் பற்றிய தான முதலாவது கவனக்குறிப்பில் மட்டுமே தராசு பயன் படுகிறது. வாயுவின் கன-அளவுகளே (எடைகள் அன்று) கவனிக்கப்பட்ட அளவுகளாக உள்ள அளவியல் பரிசோதனைகளில் சில முரடான அளவியல் விஷயங்கள் காணப் பட்டன. அவற்றைத் தக்கவாறு பொருள்கொள்வதில் உள்ள சிரமங்களைப் பற்றி நாம் இப்போது கவனம் செலுத்துவது நல்லது. ஆனால், முதலில் வாசகர்களுக்கு ஒரு முக்கியமான இரசாயன விஷயத்தை அறிமுகப்படுத்த வேண்டும். காற்றில் பஸ்மீகரணப் படுத்தப்பட்ட பின்பு, (அதாவது ஆக்ஸைடாக மாற்றப்பட்ட பின்பு), அதைக்

இருப்புநிலைக் குறிப்புத் தத்துவம் - principle of the balance sheet. நிலைப்படுத்தப்பட்ட - fixed. கன-அளவு - volume. எடை - weight.

காட்டிலும் உயர்ந்ததான ஒரு வெப்ப நிலையில் திரும்பவும் உலோகமாக மாறிய ஒரு விளைவுப் பொருளை அளிக்கக் கூடியதாக உள்ள ஒரேயொரு உலோகம் மட்டுமே லவாய்சியேயின் காலத்தில் தெரிந்திருந்தது. அதுதான் திரவ உலோகமாகிய பாதரசம். இந்த விஷயம் சரித்திர ரீதியில் கவர்ச்சிகரமானது; அதுமட்டும் அன்று. இரசாயன ஆராய்ச்சிகளில் சிற்சில உலோகங்களின் முக்கியத்தன்மையை இது நன்கு எடுத்துக் காட்டுகிறது. பௌதிகத் துறையில் கிடைக்கும் வெற்றியானது கருவிகளின் அபிவிருத்தியைப் பொறுத்திருந்ததுபோலவே, இரசாயன விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரத்திலும் மிக நெடுங்காலமாக ஏற்பட்ட முன்னேற்றமானது ஆராய்வதற்கு ஏற்றவையான மூலகங்களையோ கூட்டுப் பொருள்களையோ தேர்ந்தெடுப்பதைப் பொறுத்திருக்கிறது.

மெர்க்குரிக ஆக்ஸைடை ஆராய்வதுதான் வெற்றிக்கு வழி என்று லவாய்சியே தெரிந்துகொண்டதற்கு, பிரீஸ்ட்லி ஒருகால் ஓரளவு பொறுப்பாளியாக இருந்திருக்கலாம். ஏனென்றால், பாரிஸில் சரித்திர-முக்கியத்துவம் வாய்ந்த ஒரு விருந்து நடந்தபோது, இந்தச் சிவந்த பொடியை (அதாவது பஸ்மீகரணம் செய்யப்பட்ட பாதரசத்தை) வெப்பமுறச் செய்தால், மெழுகுவர்த்தியின் தகனத்துக்குத் துணைசெய்த ஒரு வாயு கிடைக்கிறது என்று பிரீஸ்ட்லி லவாய்சியேயிடம் சொன்னார். ஆனால், அந்தக் காலத்தில் தாம் குறிப்பிட்ட வாயு, சாதாரணமாகச் 'சிரிப்பு வாயு' என்று வழங்கப்பட்டதாயும், மெழுகுவர்த்தியைக் காற்றில் இன்னும் அதிகப் பிரகாசத்தோடு எரியச் செய்யும் ஒரே ஒரு அம்சத்தில் மட்டும் ஆக்ஸிஜனை ஒத்ததாயும் உள்ள

விளைவுப் பொருள் - product. பாதரசம் - mercury. மூலகங்கள் - elements. கூட்டுப் பொருள்கள் - compounds. மெழுகுவர்த்தி - candle. சிரிப்பு வாயு - laughing gas. ஆக்ஸிஜன் - oxygen.

நைட்டிரஜனின் ஆக்ஸைடு என்று பிரீஸ்ட்லி தவருக எண்ணிக்கொண்டிருந்தார். ஆனல், நமக்குப் பிரீஸ்ட்லியின் தவறுகளைப் பற்றி அக்கறையில்லை; அவை வேறு விஷயம். அவற்றைக் காட்டிலும் லவாய்சியேயின் தவறுகள்தாம் நாம் எடுத்துக்கொண்ட காரியத்தில் முக்கியமானவை. பிரீஸ்ட்லியோடு இவ்வாறு சம்பாஷணை செய்த சில மாதங்களுக்குப் பின் லவாய்சியே தாமே மெர்க்குரியின் செந்நிற ஆக்ஸைடை வெப்பமுறச் செய்து, ஒரு வாயுவைத் தயார்செய்தார். அந்த வாயுவை அவர் பரிசோதித்து, அது (அக்காலத்து இரசாயனிகள் 'நிலைப்படு காற்று' என்று வழங்கிய) கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு அன்று என்று நிரூபித்தார். இந்த விஷயத்தைப் பற்றி அவர் எடுத்துக் கொண்ட சிரமம் அதிகம்; ஏனென்ருல், அதற்குச் சிறிது காலத்துக்கு முன், மற்ருெரு பிரான்சு நாட்டு இரசாயனி செந்நிறப் பொடியிலிருந்து உயர்ந்த உஷ்ணநிலையில் பாதரசம் இயற்றப்படும்போது உண்டாகும் மற்றுெரு விளைவுப் பொருள் நிலைப்படு காற்று என்று கூறியிருந்தார். இவ்வாறு அந்தத் தொடக்க காலத்தில் வாயுக்களைக் கொண்டு பரிசோதனை செய்வது மிகவும் கஷ்டமாகவே இருந்தது.

1772 முதல் தாம் நாடிக்கொண்டிருந்த பரிசு 1775ம் வருஷம் மார்ச்சு மாதத்தில் லவாய்சியேயின் கைக்குக் கிட்டியது. ஆனல் அவர் அப்போது ஒரு தடுமாற்றத்தை அடைந்தார். அந்த வாயு கார்பன் டை-ஆக்ஸைட் அன்று; 'மெழுகுவர்த்திகளும் எரியும் பொருள்களும் அதனுள் அணைந்துபோகவில்லை; அதற்கு மாருக, அவற்றின் சுவாலை பெரியதாயிற்று..........சாதாரணக் காற்றில் விட அதிக ஒளியை வீசிற்று' என்று பிரீஸ்ட்லி வாய்மொழி

நைட்டிரஜன் - nitrogen. மெர்க்குரியின் செந்நிற ஆக்ஸைடு - red oxide of mercury. நிலைப்படு காற்று - fixed air. கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு - carbon di-oxide.

யாகக் கூறியதை (அந்த ஆங்கிலேயரின் சம்பாஷணையைப் பற்றி லவாய்சியே யாதொன்றும் சொல்லாத போதிலும்) லவாய்சியே உறுதிப்படுத்தினர். அதோடு அவர் நின்றிருந்தால் சரியான தீர்மானத்தை, அதாவது ஒரு புதிய வாயு தம் கண்ணெதிரே இருக்கிறது என்னும் முடிவை, அவர் உடனே ஊகித்திருக்கமுடியும். ஆனல் அப்படி நிற்காமல் சாதாரண வாயுவின் 'நன்னிலை'யைத் தோராயமாக மதிப்பிடுவதற்குரிய அளவையை அளிப்பதுபோல் தோன்றிய ஒரு சோதனையை உபயோகித்தார். அது சில வருஷங்களுக்கு முன்னல் பிரீஸ்ட்லியே வகுத்த பரிசோதனை. அது பின்வருமாறு: அந்தச் சோதனையில் தகனத்தாலோ அல்லது பிராணிகளின் சுவாசத்தாலோ 'கெட்டுப்போன' காற்றை உபயோகித்தால் ஒரு விளைவும், சாதாரணக் காற்றை உபயோகித்தால் மற்றொரு விளைவும் கிடைத்தன. அவ்விரண்டு விளைவுகளைத் தரத்தக்க காற்றுக்களுக்கு இடைப்பட்ட கலவைக் காற்றுக்களை உபயோகித்தபோது எண்முறையாக வகுத்துள்ள அளவுத்திட்டத்தில் இவைகளுக்கு இடைப்பட்ட விளைவுகள் கிடைத்தன. இந்தப் பரிசோதனையை ஒட்டிய இரசாயனம் மிகவும் சிக்கலானது; இந்த நூலில் அதை விளக்குவதற் கில்லை. (நைட்டிரிக ஆக்ஸைடுக்கும் ஆக்ஸிஜனுக்கும் இடையே நிகழும் கிரியைகளையும் அவற்றின் விளைவுப் பொருள்கள் நீரால் உட்கிரகிக்கப்படுவதையும் ஒட்டியது அந்த இரசாயனம்.) இதில் அடங்கிய அனுபவ-அறிவு அதிகமானது, சந்தேகமில்லை. புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டுப்படி விஷயங்களை விளக்கி வந்த பிரீஸ்ட்லியும், இருட்டில் வேலைசெய்பவனைப்போல தட்டித் தடவியே செயல்புரிந்து வந்தார்.

நன்னிலை - 'goodness'. கெட்டுப்போன - rendered 'bad'. சோதனை - test. நைட்டிரிக ஆக்ஸைடு – nitric oxide. அனுபவ-அறிவு – empiricism.

எது எப்படியிருந்தாலும், பிரீஸ்ட்லி வகுத்த இந்தச் சோதனையைத் தூய ஆக்ஸிஜன், சாதாரணக் காற்று ஆகிய இரண்டில், எதன்மீது உபயோகித்தாலுமே, அப்போது கிடைக்கும் விளைவு கிட்டத்தட்ட ஒன்றுபோலவே இருக்கிறது. சோதிக்கவேண்டிய காற்றைச் சில விகிதங்களில் 'சோதனை வாயுவோடு' (அதாவது நைட்டிரிக ஆக்ஸைடோடு) கலந்தபின்பு அதன் கன-அளவில் குறைவு காணப்படுகிறது. இந்தக் கன-அளவுக் குறைவு அப்படிச்சேர்க்கப்பட்ட பரிசோதனை வாயுவின் கன-அளவுக்குக் கிட்டத்தட்டச் சமமாக இருக்கிறது. சற்றே வித்தியாசம் இருக்கிறது. ஆனால், அதை லவாய்சியே கவனிக்கத்தான் தவறிவிட்டாரோ, அல்லது அதைப் பொருட்படுத்தாமல் விட்டதால் ஆக்ஸிஜனைப் பயன்படும் அளவில் நன்கு கண்டுபிடித்தவராக ஆவதற்குக் கிடைத்த ஒரு நல்ல சந்தர்ப்பத்தை நழுவவிட்டாரோ தெரியவில்லை. ஆகவே, பஸ்மீகரணம் செய்யப்பட்ட பாதரசத்திலிருந்து கிடைத்த வாயு பிரீஸ்ட்லியின் பரிசோதனையிலுள்ள 'சாதாரணக் காற்றைப் போலவே குறைந்தது' என்று அவர் அறிவித்தார். ஆகையால், 1775ல் ஈஸ்டர் பண்டிகையின்போது அவர் பிரான்சு நாட்டு அக்காடெமிக்கு அனுப்பிய செய்தி விவரம்—அதைப் பற்றி எவ்வளவு மிதமாகச் சொன்னாலும்—குழப்பமுடையதாக இருந்தது என்றுவது சொல்லியாகவேண்டும். 'இவ் விஷயங்களை எல்லாம் கவனித்தபோது அந்தக் காற்று சாதாரணக் காற்றுத்தான் என்பது மட்டும் அன்று; அதோடு அது சாதாரணக் காற்றைக் காட்டிலும் இன்னும் நன்றாகச் சுவாசிப்பதற்கு ஏற்றது, இன்னும் நன்றாக எரியவும் கூடியது என்றும்; இந்தக் காரணங்களால் நாம் வாழும் காற்றைக் காட்டிலும் அது தூய்மை மிகுந்தது

சோதனை வாயு - test gas. ஈஸ்டர் பண்டிகை - Easter.

என்றும் எனக்கு உறுதியான நம்பிக்கை உண்டாயிற்று' என்று எழுதினர்.

பாரிஸிலுள்ள தம்முடைய துணைவர்களுக்கு இவ்விஷயத்தை லவாய்சியே அறிவித்துக்கொண்டிருந்த சமயத்தில், மொர்க்குரியின் செந்நிற ஆக்ஸைடை மிக அதிகமாக உஷ்ணமுறச் செய்தால் வெளிவரும் காற்றையும் பிரீஸ்ட்லி தீவிரமாக ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தார். அந்த வாயுவும் சிரிப்பு வாயுவும் ஒன்று என்று தாம் தெரிந்துகொண்டது தவறு என்பதை அவர் இதற்குள் கண்டுபிடித்தாய்விட்டது. ஆனால், லவாய்சியேயைப் போலவே, அவரும் காற்றின் நன்னிலையைச் சோதிப்பதற்குத் தாமே ஒரு சோதனையை அமைத்துக்கொண்டு, அதன்மூலமாக வழி தவறிவிட்டார். பிறகு, தற்செயலான எத்தனையோ ஆச்சரியமான நிகழ்ச்சிகளின் காரணமாக, (அவற்றை இங்கே சொன்னால் விரியும்) தம்முடைய சோதனை முடிந்த பின்பு மிச்சமிருந்த வாயுவைச் சோதிக்க நேர்ந்தது. உண்மையாகவே புதிதான ஏதோ ஒன்று தம் கண்முன்னே இருப்பதாக அவருக்கு உடனே தெரிந்துவிட்டது. ஏனென்றால், இதில் நிகழும் இரசாயனச் செயலைக் கவனித்தால், பிரீஸ்ட்லி சோதனை செய்யும்போது அனுபவமுறைப்படி அமைத்துக்கொண்ட சூழ்நிலையில் சாதாரணக் காற்றுயிருந்தாலும் ஆக்ஸிஜனுயிருந்தாலும் அவைகளின் அளவில் ஏற்படும் மாறுபாடு ஒன்றுக்கொன்று சமமாக இருந்தது. ஆனால் மிச்சமிருந்த பொருள் முற்றும் வித்தியாசமானதாக இருந்தது. முதலாவது பொருளில் அது நைட்ரஜனுகவும், இரண்டாவதில் அது ஆக்ஸிஜனுகவும் காணப்பட்டது. கொளுத்திய மெழுகுவர்த்தியைச் செருகினால் போதும், அவை இரண்டுக்கும் உள்ள வித்தியாசத்தை அது உடனே காட்டிவிடு

மொர்க்குரியின் செந்நிற ஆக்ஸைடு - red oxide of mercury.

கிறது. இந்த விஷயத்தில் சிக்கல் ஒன்று இருக்கிறது என்று பிரீஸ்ட்லி முதன் முதலில் கண்டுபிடித்தது இப்படித்தான்.

1775 மார்ச்சு மாதத்தில் மெர்க்குரியின் செந்நிற ஆக்ஸைடிலிருந்து வெளிவந்த வாயு ஒரு புதிய வாயு என்று பிரீஸ்ட்லி தெரிந்துகொண்டபோதுதான் ஆக்ஸிஜன் பயன் படும் அளவில் நன்றாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது என்று பொதுவாகக் கருதப்படுகிறது. ஒரு விஞ்ஞானப் பத்தி ரிகையில், அதிகார-பூர்வமாக அல்லாமல் அச்சாகியிருந்த லவாய்சியேயின் 'ஈஸ்டர் அறிவியல் கட்டுரையை' அந்த வருஷம் ஆகஸ்டு மாதத்துக்குள் அவர் படித்தாய்விட்டது. அந்தப் பிரான்சு நாட்டு இளைஞர், செய்த பிழை இன்ன தென்று அவர் உடனேயே தெரிந்துகொண்டார். தாம் அப்போது வெளியிட்டுக்கொண்டிருந்த நூலில் அதைச் சுட்டிக்காட்டினர். பிரீஸ்ட்லி ஆக்ஸிஜனைக் கண்டுபிடித்த தையும் அதன் பண்புகளைப் பற்றி அவர் கூறியதையும் வெளியிட்ட அறிக்கையைப் படித்த பின்புதான் லவாய்சியே தம்முடைய பிழையைத் தெரிந்துகொண்டார் என்பதில் சந்தேகம் இருப்பதாகத் தோன்றவில்லை. பிறகு, அவர் விரைவாக அவ்விஷயங்களைச் சீர்ப்படுத்தினர். வாஸ்த வத்தில், அவருடைய 'ஈஸ்டர் அறிவியல் கட்டுரை'யைப் பிரான்சு நாட்டு அக்காடெமி அதிகார பூர்வமாக அச்சிடத் தொடங்கியபோது அவ்விஷயம் முழுவதும் தெளிவடைந்து விட்டது. ஆகையால், அவர் தம்முடைய முதல் வெளி யீட்டில் மிகச் சில சொற்களை மட்டும் திறம்பட மாற்றிக் கட்டுரையைத் திருத்த முடிந்தது. அந்தத் 'தலைசிறந்த' கட்டுரை 1778ல் கடைசியாக அதிகார-பூர்வமாக அச்

அதிகார பூர்வமாக அல்லாமல் - unofficially. ஈஸ்டர் அறிவியல் கட்டுரை - Easter memoir. தலைசிறந்த - classic.

சாகியபோது, அவர் தமக்கு ஏற்பட்ட தடுமாற்றத்தையாவது, அவர் நாடாமலே பிரீஸ்ட்லி செய்த உதவியையாவது பற்றி அதில் யாதொரு குறிப்பும் கொடுக்கப்படவில்லை. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுக்குப் பின்பு விஞ்ஞானத் துறையில் ஒழுக்க முறைகள் மாறிவிட்டன. இந்நாளைய ஆராய்ச்சியாளர்கள் தங்கள் வெளியீட்டுக்கு முந்திய வெளியீடுகளையும், பிறரால் தங்களுக்கு வாய்மொழியாகத் தெரிவிக்கப்பட்ட விஷயங்களையும்கூட ஒன்றுவிடாமல் ஒப்புக்கொள்ளத் தவறுவதே கிடையாது.

யுக்தி-தந்திரங்களில் மகா நிபுணர்களாக உள்ளவர்களும் கூட எப்படித் தட்டுத்தடுமாறியே முன்னேறிச் சென்றிருக்கிறார்கள் என்பதற்கு லவாய்சியேயின் புதிய மனக்கோட் திட்டத்தின் பரிணமைத்தைப் பற்றி விவரமாகக் கூறும் இந்தச் சரிதம் நல்ல உதாரணம். மேலும், இரசாயனப் புரட்சியின் விருத்தாந்தத்தில் மீதியுள்ள பகுதி விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் மீளமீளப் பலகால் காணப்படும் மற்றொரு முறைக்கு உதாரணமாக இருக்கிறது. ஒரு மனக்கோட் திட்டம் நன்கு நிலைநாட்டப்பட்டுவிட்டால், புதிய மனக்கோட் திட்டம் ஒன்று ஒப்புக்கொள்ளப்படுவதற்கு அது சில காலம் வரை தடையாக இருந்து வருகிறது. பழமைப் பற்றுடையவர்கள் ஏற்கெனவே வழங்கும் பழைய கோட்பாட்டைக் காப்பாற்றிச் செப்பனிட முயல்கிறார்கள். சில வேலைகளில், புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டில் நிகழ்ந்தது போல, இதனால் உண்டாகும் விளைவெல்லாம் வெறும் தாமதம் ஏற்படுவதே யாகும். இப்பேர்ப்பட்ட விவகாரங்களில் இரு திறத்தாரும் தங்களுடைய திட்டத்தோடு ஒவ்வாமலிருக்கும் பரிசோதனைச்

ஒழுக்கமுறை - ethics. யுக்தி - தந்திரங்களில் மகா நிபுணர்கள் – greatest of strategists and tacticians. மீளமீளக் காணப்படும் - recurring. முறை - pattern. பழமைப் பற்றுடையவர்கள் - conservatives.

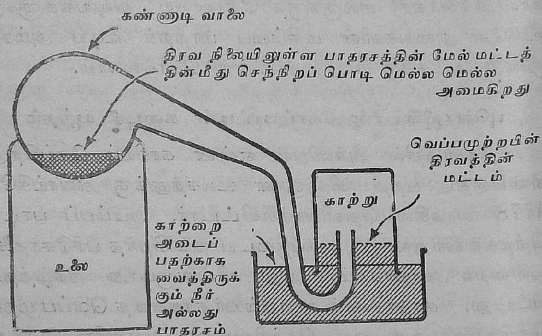
சான்றுகளை எல்லாம் ஒதுக்கித் தள்ளிவிடுகிறார்கள் என்பது இங்கு கவனிக்க வேண்டிய விஷயம். யாதொரு தக்க முகாந்திரமுமில்லாமல் 'உண்மையை' மனம்போல விலக்கியது முற்றும் நியாயம்தான் என்று சிற்சில வேளைகளில் பிற்காலச் சரித்திரம் காட்டுகிறது. எல்லாவற்றிலும் முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியதான விஷயம் இது. அப்படியானால், தீர்மானமான முடிவுகளை அளிக்கும் சான்றுகளாகச் சிலருக்குத் தோன்றிய விஷயங்களுக்கு உள்ளே அவைகளின் மதிப்பை மாற்றக் கூடிய அம்சம் ஒன்று அடங்கிக் கிடந்தது என்று சொல்லலாம்.

புளோஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின் கடைசி யுத்தம்

தகனத்தில் ஆக்ஸிஜன் என்ன காரியம் செய்கிறது என்பதைப் பற்றி விஞ்ஞான உலகத்துக்கு லவாய்சியே 1778 வாக்கில் தெளிவாக்கிவிட்டார். ஆரம்பப் பாடப் புத்தகங்களிலும்கூட அவருடைய தலைசிறந்த பரிசோதனை ஒன்றைக் காணலாம். அது பின்வருமாறு நிகழ்த்தப் பட்டது. சாதாரணக் காற்றில் பாதரசத்தை வெப்பமுறச் செய்தால், அது ஒரு செந்நிறமான பொருளை இயற்று கிறது. (நாம் அதை ஆக்ஸைடு என்போம்; பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு இரசாயனிகள் அதை 'பஸ்மம்' என்றார்கள்.) இந்தச் செயல் நிகழும்போது, மூடிய ஓர் இடத்திலிருக்கும் காற்றில் சுமார் ஐந்தில் ஒரு பகுதி காணாமற் போகிறது (படம் 27). இந்தச் செந்நிறப் பொருள் அதை இயற்றிய உலோகத்தைக் காட்டிலும் அதிக எடையுள்ளதாக இருக் கிறது. ஆகையால், ஏதோ ஒன்று காற்றிலிருந்து காணா மற்போய் உலோகத்தோடு இணைந்திருக்கிறது. அடுத்த

முகாந்திரமில்லாமல் மனம்போல -arbitrarily. கடைசி யுத்தம் - the last stand. லென்சு - lens.

படியாக, ஆக்ஸைடு அல்லது பஸ்மம் எனப்படும் இந்தச் செந்நிறப் பொருளை ஒரு மூடிய இடத்தில் வைத்து அதன் மீது பெரிய லென்சு அல்லது 'எரி-கண்ணாடி'யால் சூரிய கிரணங்களைக் குவியச் செய்து, அதை நன்றாக வெப்ப முறச் செய்வோம். அப்போது ஒரு வாயு வெளிப்படு கிறது. மறுபடியும் உலோகம் உற்பத்தியாகிறது. (படம் 28). முதலில் இருந்த காற்றிலிருந்து காணாமற்போன



படம் 27. காற்றில் வெப்பமுறச்செய்த பாதரசம் ஆக்ஸிஜனை உட்கிர கிக்கிறது என்று காட்டுவதற்கான லவாய்சியேயின் கருவியின் வரிப்படம்.

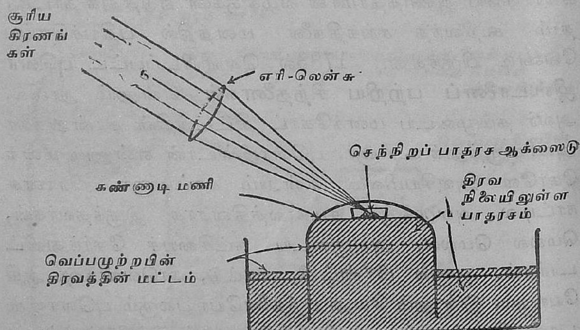
'ஏதோ ஒன்று' தான் இந்தப் புதிய வாயு. ஏனென்றால், அவ் இரண்டு அளவுகளும் சமமாக இருக்கின்றன. பஸ்மம் இழந்திருக்கும் எடையும் இதற்குச் சரியான அளவுள்ள தாகவே இருக்கிறது. முதல் பரிசோதனையில் மீதியா யிருக்கும் எச்சத்தோடு இந்தப் புதிய வாயுவை (ஆக்ஸிஜனைக் கலந்தால், சாதாரணக் காற்றோடு முற்றொருமை யுடைய ஒரு கலவை கிடைக்கிறது.

எரிகண்ணாடி - burning glass. குவியச் செய் - focus. வெளிப்படுகிறது - is evolved. முற்றொருமையுடைய - identical.

இந்தப் பரிசோதனைகள் எளியவை; இவற்றால் கிடைக்கும் நிரூபணமும் நிறைவுள்ளதாகவே தெரிகிறது. (பாதரசத்தைப் பற்றி மட்டும் குறிப்பாகக் கூருமல், மிகவும் பொதுப்படவே லவாய்சியே கூறினார் என்பது வாஸ்தவம் தான்.) ஆனால், இந்தப் புதிய மனக்கோட் திட்டத்தை உடனே பலரும் ஆரவாரத்தோடு மெச்சி ஒப்புக்கொள்ளவில்லை. நடந்தது எல்லாம் இதற்கு நேர் எதிரிடையானது. லவாய்சியே ஆணித்தரமான வழக்குகளை எடுத்துக் காட்டி, தாம் கூறிவந்த சங்கதிகளை மனத்தில் பதியச்செய்ய வேண்டி யிருந்தது. 1783ல் வெளியிடப்பட்ட **புளொஜிஸ்டானைப் பற்றிய சிந்தனைகள்** என்னும் நூலில், அவர் தம்முடைய மனக்கோட் திட்டத்தின் சான்றுகளை அணிவகுத்துக் கூறினார். புளொஜிஸ்டான் என்னும் மனக்கோளே அவசியமில்லை என்றும் காட்டினார். பிரான்சு நாட்டில் அவருக்குச் சமகாலத்தினராக இருந்தவர்கள், மெல்ல மெல்ல, அவருடைய கட்சியைச் சேர்ந்துவிட்டார்கள். ஆனால் பிரீஸ்ட்லி, வாட்டு, காவென்டிஷ் ஆகியோரும், இன்னும் வேறு எத்தனையோ பலரும் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டை விடாப்பிடியாகப் பற்றிவந்தார்கள். வாஸ்தவத்தில், ஹைடிரஜன் வாயுவைக் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளின் மூலமாக அந்தக் கோட்பாட்டின் ஆயுள் நீடிக்கப்பட்டது. ஆனால், அவ் வாழ்வு சொற்பகால வாழ்வாகத்தான் இருந்தது. இந்தப் பொருளைக் (அதாவது ஹைடிரஜன் வாயுவைக்) காவென்டிஷ் விஞ்ஞானச் சர்ச்சையின் முன்னணியில் 1766ல் கொண்டு நிறுத்தினார். நெடுங்காலமாகத் தேடிவரும் புளொஜிஸ்டானே இது

நிரூபணம் - proof. நிறைவுள்ளது - complete. வாலை - retort. உட்கிரகி - absorb. புளொஜிஸ்டானைப் பற்றிய சிந்தனைகள் - *Reflections on Phlogiston.* பிரீஸ்ட்லி – Priestley. வாட்டு - Watt. காவென்டிஷ் - Cavendish. ஹைடிரஜன் - hydrogen.

என்றே, அல்லது அப்படியில்லாவிட்டாலும் நீரோடு இணைந்த புளொஜிஸ்டானுகவாவது இது இருக்கவேண்டும் என்றே கருதக்கூடியதாகக் காணப்பட்டது. ஏனென்ருல், இந்த வாயு எளிதாக எரிந்தது. அப்படி எரிவதால் என்ன உண்டாக்கப்பட்டது என்று முதலில் ஒருவராலும் கண்டு பிடிக்க முடியவில்லை. (ஒழுங்கான புளொஜிஸ்டான் வாதிகளின் கைவசம் இதற்கு விடை தயாராக இருந்தது;



படம் 28. செந்நிறப் பாதரச ஆக்ஸைடை வெப்பமுறச் செய்வதற்கும், விடுபட்ட ஆக்ஸிஜனைச் சேகரிப்பதற்கும் அமைத்த கருவியின் வரிப் படம்.

தகனத்தில் உபயோகித்த வாயுவோடு புளொஜிஸ்டான் இணைந்தது என்ருர்கள்). ஆனல், இந்தச் சமயத்தில் ஹென்ரி காவென்டிஷின் (1731—1810) பரிசோதனைகளால் நீரின் அமைப்பு நிலைநாட்டப்பட்டது. அப்பரிசோதனைகளை லவாய்சியே உடனேயே மீண்டும் செய்து பார்த்தார். தோராயமாக 8க்கு 1 என்னும் எடை-விகிதத்தில்

ஒழுங்கான புளொஜிஸ்டான் வாதிகள் - orthodox phlogistonists. அமைப்பு - composition. ஆக்ஸிஜன் - oxygen. ஹைடிரஜன் - hydrogen. எடை—விகிதம் - proportion by weight.

ஆக்ஸிஜன், ஹைடிரஜன் என்னும் வாயுக்களால் நீர் அமைக்கப்பட்டிருக்கிறது என்ற மிகவும் முக்கியமான விஷயத்தைக் கண்டுபிடித்த பெருமை யாருக்கு உரியது என்பதைப் பற்றி இரசாயன சரித்திரக்காரர்கள் இன்றளவும் வழக்காடி வருகிறார்கள். பிரீஸ்ட்லி, காவென்டிஷ், லவாய்சியே, ஜேம்ஸ் வாட்டு ஆகிய எல்லோரையும் இந்தக் கௌரவப் போட்டியில் ஈடுபடுத்துகிறார்கள்.

ஹைடிரஜனைக் காற்றில் எரித்தபோது நீர் உண்டாகிறது என்பதைக் கண்டுபிடித்ததோடு லவாய்சியேயின் திட்டம் நிறைவுபெற்றுவிட்டது. நீர் ஹைடிரஜனின் ஆக்ஸைடு என்பது தெளிவு. லவாய்சியே தம்முடைய மனக்கோட் திட்டத்தை இவ்வாறு விரிவுபடுத்தியதால், அதிலிருந்து ஓர் ஊகம் தெளிவாக ஏற்பட்டது. அதாவது, ஓர் உலோகத்தோடு சேர்ந்து வெப்பமுறச் செய்யப்பட்ட நீராவி ஒரு பஸ்மத்தையும் ஹைடிரஜனையும் அளிக்க வேண்டும் என்பது. அந்த ஊகத்தை அவர் உடனே சோதிக்கத் தொடங்கினார். அவர் ஊகித்தபடியே அது அளித்தும்விட்டது. (மேலும், கிட்டத்தட்ட அதே சமயத்தில், அந்த ஊகத்தின் மறுதலையான விஷயமும் செய்து காட்டப்பட்டது)

ஹைடிரஜன் + ஆக்ஸிஜன் → நீர்

உலோகத்தோடு சேர்த்து வெப்பமுற்ற நீராவி → பஸ்மம் (ஆக்ஸைடு) + ஹைடிரஜன்

நீர், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன், உலோகங்கள், ஆக்ஸைடுகள், என்பவைகளைப் பற்றிய இவ்விஷயங்களைக் கவனித்துப் பார்த்தால், புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டை ஆதரிப்பவர்களுக்கு நிற்கக்கூட இடம் இல்லையே என்றுதான் சொல்லத் தோன்றும். ஆனால், சில வருஷங்கள் வரையிலும் இந்தப்

மறுதலை - converse. திட்டம் - scheme.

புதிய அறிவால் இதற்கு நேர்-எதிரிடையான விளைவே உண்டாயிற்று. உலோகத்தைக் காட்டிலும் அதன் பஸ்மம் ஏன் அதிக எடையுள்ளதாக இருந்தது என்பதற்குப் புளொஜிஸ்டானில் நம்பிக்கை யுள்ளவர்களால் ஒரு மட்டுக்குக் காரணம் கூற முடிந்தது. அவர்கள் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டைச் சிறிது மாற்றிக் காரணம் கூறினார்கள். அவர்கள் கூறியதன் சாராம்சம் இது : பஸ்மங்கள் மிகமிக எளிய பொருள்கள் என்று வைத்துக்கொள்வதற்குப் பதிலாக, அவைகள் நீரும் ஒரு 'தூய மண்ணுமாக' இணைந்த கூட்டுப் பொருள்கள் என்று கருதலாம். புளொஜிஸ்டானும் அதற்கேற்ற தூய மண்ணுமாக இணைந்ததால் உண்டாகிய விளைவுப்பொருளே உலோகம்.

பழைய புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின்படி பஸ்மீகரணம்

காற்றில் வெப்பமுற்ற உலோகம் → பஸ்மம் + புளொஜிஸ்டான் (காற்றுக்கு)

மாற்றியமைத்த புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின்படி பஸ்மீகரணம்

(அ) காற்றில் வெப்பமுற்ற உலோகம் → தூய மண் + புளொஜிஸ்டான் (காற்றுக்கு)

(ஆ) தூய மண் + காற்றிலிருந்து நீர் → பஸ்மம்

சற்று நன்றாகக் கவனித்துப் பார்த்தால், பஸ்மம் அதன் உலோகத்தைக் காட்டிலும் அதிக எடையுள்ளதாக இருந்தது என்னும் விஷயத்தோடும் இந்தக் கருத்துக்கள் பொருந்தியிருந்தன என்பதில் வாசகர்களுக்கு நம்பிக்கை ஏற்படும். ஏனென்றால், (அ) என்று எழுதப்பட்ட உருமாற்றத்தில் (புளொஜிஸ்டான் உலோகத்தை விட்டு நீங்கிய

நேர்-எதிரிடையான - contrary. தூய மண் - pure earth. இணைந்த - combined. கூட்டுப் பொருள் - compound. விளைவுப் பொருள் - product.

காரணத்தால்) எடை இழக்கப்படவேண்டும் என்று கருதி ஞலும், அடுத்தபடியாக (ஆ) வில் 'தூய மண்ணுல்' நீர் உட்கிரகிக்கப்படுவதும் எடை அதிகமாவதற்கு ஏற்றவாறு இருந்தது. முதற்படியில் ஏற்பட்ட எடையின் குறைவைக் காட்டிலும் இரண்டாம் படியில் ஏற்பட்ட எடையின் மிகுதி அதிகம் என்பது காரணமின்றியே ஓர் ஒப்புக்கோளாக வைத்துக்கொள்ளப்பட்டது. ஆகையால்தான் மொத்தக் கணக்கைப் பார்த்தால், பஸ்மீகரணத்தால் எடை மிகுதியாயிருக்கிறது. புதிது புதிதாக ஒவ்வொரு விஷயம் கண்டுபிடிக்கப்படும்போதும் சந்தர்ப்பத்துக்கேற்பப் புதிது புதிதாகக் கற்பிதக்கொள்கைகளைப் போதிய அளவில் சேர்த்துக்கொண்டே வந்தால், ஒரு பழைய கொள்கையைப் புதிய விஷயங்களோடு இணங்கச்செய்வது எவ்வளவு எளிதாக இருக்கிறது! 'இரசாயனத் துறையில் தராசைப் புகவிட்டதும் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு ஒப்புக்கொள்ள முடியாததாக ஆகிவிட்டது' என்று சொல்வது நடந்த விஷயத்தை ஒரேயடியாக எளிமையாக்கிக் கூறுவதாகும் என்பதையும், போகிற போக்கில், புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின் கடைசி நிலையிலிருந்து விளக்கமாகத் தெரிந்துகொள்ள முடிகிறது.

விவாதத்தில் ஈடுபடும் விஞ்ஞானிகள் தங்களுக்கு இடையூருக உள்ள 'உண்மைகள்' என்று சொல்லப்படும் விஷயங்களை எப்படியாவது சுற்றிப் போக வழிதேடும் மனமுடையவர்களாக இருக்கிருர்கள் என்று முன்ஞல் சொல்லியிருக்கிறேன். பிற்கால நினைவுகளைக் கவனித்தால், இப்படி அவர்கள் செய்தது சில வேளைகளில் கண்மூடித்தனமான முட்டாள்தனமாக இருந்தது என்றும், சில

உருமாற்றம் - transformation. ஒப்புக்கோள் - postulate. காரணமின்றி - arbitrarily.

வேளைகளில் சிறந்த புத்திசாலித்தனமாக இருந்தது என்றும் தோன்றுகிறது. சுமார் 1780க்குப் பிறகு புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டுக் கட்சியைச் சேர்ந்தவர்கள் இப்படிப் பல உண்மைகளைச் சுற்றிப் போகவேண்டியிருந்தது; அல்லது சந்தர்ப்பத்துக்கேற்ற மனக்கோள்களை ஒன்றுக்கு மேல் ஒன்றாக அடுக்கி வர வேண்டியிருந்தது. 1804ல் தாம் மரணமடையும் வரை, பிரீஸ்ட்லியும் இவ்வாறே செய்து வந்தார். இதற்கு எதிர்க் கட்சியில், பிரீஸ்ட்லி எடுத்துக் காட்டிய சில 'உண்மைகளைக்' கண்டபோது; லவாய்சியே மட்டுமன்றி அவரைப் பின்பற்றியவர்களும் வெறுமனே வாயை மூடிக்கொண்டு இருந்துவிட்டார்கள். ஆனால், கடைசி முடிவைப் பார்த்தால், அவர்கள் அப்படிச் செய்தது சரியாகப் போய்விட்டது. எந்த இரசாயன உருமாற்றம் நம்பத்தகுந்த செய்தியை அளிக்கும் என்றும், எது அளிக்காது என்றும் லவாய்சியேயைக் காணச் செய்தது உறுதியான உள்ளொளியுடைய அவருடைய இயற்கை அறிவுதான் என்று சொன்னால் அது ஒருகால் பொருத்தமாயிருக்கும். இரசாயனச் சரித்திரத்திலும், உயிர்-இரசாயனச் சரித்திரத்திலும் அப்பேர்ப்பட்ட உள்ளொளியோ அல்லது இயற்கையறிவோ மிகவும் பயனுள்ளதாக இருந்திருக்கிறது. ஆனால், பொதுவாக அது செய்த காரியத்தை ஒருவரும் பதிவுசெய்து குறித்து வரவில்லை. இதற்கான உதாரணங்களை நம்முடைய காலத்திலிருந்தே எடுத்துக் காட்டமுடியும். ஆனால், நவீன விஞ்ஞானத்தின் சிக்கல்களுக்குள்ளே அப்படிப் படையெடுத்துப் புக முயலுவதைக் காட்டிலும், 'உண்மைகள்' என்று பிரீஸ்ட்லி சொல்லியவற்றைப் பற்றியே மேலும் சில வார்த்தைகள்

இயற்கையறிவு - intuition. உயிர்-இரசாயனம் - bio-chemistry
உள்ளொளி - insight.

சொல்லுவது பொருத்தமாயிருக்கும் என்று தோன்று கிறது.

முதலாவதாக, பற்பல சோதனைகளைச் செய்யவேண்டும் என்றும், ஏராளமான கவனக்குறிப்புக்களை எடுக்க வேண்டும் என்றும் பிரீஸ்ட்லி நம்பிக்கை கொண்டிருந்தார். இந்த மனநிலை ஒரு கானகத்துக்குள் அவரை மேலும் மேலும் இழுத்துச் சென்றது. இந்த விளைவானது இந் நாளிலும் பெரும்பான்மையும் அனுபவத்தை ஒட்டி யவையாகவே இன்னும் இருந்துவரும் துறைகளில் வேலை செய்வோருக்கு ஒரு நீதியைப் புகட்டுவதாயிருக்கலாம். அது எப்படி இருந்தபோதிலும், தெளிவாகக் காணப்படும் விளைவுகளை அளித்து வந்த ஓர் உலோக ஆக்ஸைடை மட்டுமே லவாய்சியே விடாப்பிடியாகப் பற்றிக்கொண் டிருந்தார் என்பதும், ஆனால் பிரீஸ்ட்லி மற்ற ஆக்ஸைடு களைக் கொண்டும் ஓயாமல் பரிசோதனைகளை நிகழ்த்தி வந்தார் என்பதும், ஆயினும் அவைகளில் அளவியல் விஷ யங்களை நியமப்படுத்திக்கொள்ளும் வழக்கத்தை வைத்துக் கொள்ளவில்லை என்பதும் கவர்ச்சிகரமான விஷயங்கள். மற்ற ஆக்ஸைடுகள் தூய நிலையில் அகப்படுவது அரிது. இரசாயனிக்கோ ஒருபடித்தாக உள்ள பொருள்கள் அவசிய மாக இருந்தாக வேண்டும். நாம் முன்னல் பார்த்தோமே அத்தகைய நியமப்படுத்தாத மாறி இதிலும் இருப்பதைக் காண்கிறோம். ஏராளமான போலிப் பொன் குவியலி லிருந்து (இவ்வாறு சொல்லலாம் அல்லவா ?) லவாய் சியேயை எதிர்க்கவும் புளோஜிஸ்டான் கொள்கையை ஆதரிக்கவும் ஏதாவதொரு ‘உண்மையை’ எப்போதும்

உலோக ஆக்ஸைடு - metallic oxide. அளவியல் விஷயங்களை நியமப் படுத்தல் - quantitative control. ஒருபடித்தாக உள்ள பொருள்கள் - homogeneous mate ial. நியமப்படுத்தாத மாறி - uncontrolled variable. உண்மை - fact.

எடுத்து வீச முடிந்தது. உதாரணமாக, சில உலோகப் பஸ்மங்கள் வெப்பமுற்றபோது நிலைப்படு-காற்றை (கார்பன் டை-ஆக்ஸைடை) அளித்தன என்று அவர் தொடர்ந்து சொல்லிக்கொண்டேயிருந்தார். ஆம், அவை அளித்தன, வாஸ்தவம்தான். ஆனால், அவை கார்பனேட்டுகளால் அசுத்தப்பட்டிருந்ததே இதற்குக் காரணம். உஷ்ணநிலை, அழுத்தம் என்ற மாறிகளை நியமப்படுத்துவது பௌதிகர்களுக்கு எவ்வளவு அவசியமோ அதுபோலப் பொருள்கள் தூய்மையாக இருப்பதும் இரசாயனிகளுக்கு அவ்வளவு அவசியம். லவாய்சியேயின் இருப்புநிலைக் குறிப்புத் தத்துவம் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட பின்புதான் தூய்மையைப் பற்றிய சீரான பிரமாணங்கள் மெதுவாக உறுதித்தன்மை பெறலாயின. தூயவையல்லாப் பொருள்களைக் கொண்டு செய்யப்படும் பண்பியல் பரிசோதனைகளால் அநேகமாகக் குழப்பமே ஏற்படும். ஆதலால்தான் அவர் தம்மையறியாமலே பிரீஸ்ட்லி மிகச் சிறந்த யுக்திசாலியாக இருந்த போதிலும், அவ்வளவு குழப்பம் அடிக்கடி ஏற்படுவதற்குக் காரணமாயிருந்தார்.

லவாய்சியேயின் கொள்கைகளுக்கு விரோதமாகப் பிரீஸ்ட்லி கூறிய ஒரு முக்கிய கட்சியானது உண்மையில் வெவ்வேறான இரண்டு வாயுக்களை ஒன்றுதான் என்று அவர் தவறாக எண்ணியதை அடிப்படையாகக் கொண்ட கட்சி. லவாய்சியேயாலோ அவரைப் பின்பற்றியவர்களாலோ இது பிழை என்று கண்டுபிடிக்கப்படவில்லை; இது பரிசோதனைகளில் உள்ள சிரமங்களை மற்றும் ஒரு முறை வற்புறுத்த உதவுகிறது. வாயுக்களைக் கொண்டு பரிசோதனைகளை

நிலைப்படு - fixed. கார்பனேட்டு - carbonate. அசுத்தப்பட்டிருந்தது - contaminated. இருப்புநிலைக் குறிப்புத் தத்துவம் – principle of the balance sheet. பிரமாணங்கள் – standards. பண்பியல் - qualitative. மிகச் சிறந்த யுக்திசாலி - brilliant tactician.

நிகழ்த்தியவரான அந்த மகாநிபுணரும் கூட எளிதில் எரியக் கூடியவையான கார்பன் மானுக்ஸைடு, ஹைடிரஜன் என்ற இரண்டு வாயுக்களும் வெவ்வேறு என்று தெரியாமல், அக் காலத்தில் அவற்றை ஒன்றோடொன்று குழப்பினர். அவை இரண்டும் ஒன்றுதான் என்று பிரீஸ்ட்லி வைத்துக் கொண்டார். ஆகையால், அக்காலத்துப் புதிய இரசாயனத் தால் விளக்க முடியாததாயும், புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப் பட்டுவரும் விஷயங்களுக்கு இணங்க இருக்கும்பொருட்டு நாளுக்கு நாள் மேன்மேலும் வக்கிரமாகத் திரிக்கப்பட்டு வருவதான புளோஜிஸ்டான் கோட்பாட்டோடு நன்கு இணங்கக்கூடியதாயும் உள்ள தோற்றங்களை 'எங்கே நீங்கள் விளக்குங்கள் பார்ப்போம்' என்று அவரால் லவாய்சியே யைக் கேட்க முடிந்தது. 1794ல் லவாய்சியேயின் தலை வாங்கப்பட்டது. அதன்பின் நெடு நாளாகும் வரையிலும், அவ்விரண்டு வாயுக்களுக்கும் உள்ள சம்பந்தம் சீராகத் தெரிந்துகொள்ளப்பட வில்லை. ஆகையால், தம்முடைய கொள்கைக்கு விரோதமாகப் பிரீஸ்ட்லி கூறிய மிகவும் பலமான வழக்குக்கு லவாய்சியேயால் பதில் கூறமுடியா மலே இருந்தது. லவாய்சியேயின் பரிசோதனை விளைவு களில் பலவற்றைப் பிரீஸ்ட்லி கவனிக்காமல் விட்டுவிட்டது போல், உண்மைகள் என்று கூறப்பட்டவைகளில் பல வற்றை லவாய்சியேயும் கவனிக்காமல் ஒதுக்கிவிட்டார். அந்தக் கஷ்டங்களில் அகப்பட்டுக் கொள்ளாமல் சுற்றிப் போவதற்கு ஏதாவது ஒரு வழியைக் காணமுடியும் என்று அவர்களில் ஒவ்வொரு கட்சியினரும் தனித்தனியே நம்பி வந்தார்கள் என்பதில் சந்தேகம் இல்லை. லவாய்சியே எதிர் பார்த்ததுதான் சரியான ஆதாரமுடையதாக முடிந்தது.

எளிதில் எரியக் கூடியவை - inflammable. கார்பன் மானுக்ஸைடு - carbon monoxide. ஹைடிரஜன் - hydrogen. புதிய இரசாயனம் - new chemistry.

பிரீஸட்லி எண்ணியது அவ்வாறு முடியவில்லை. விஞ்ஞானத்தின் போக்கு இப்படித்தான் பலகாலும் செல்லுகிறது. 'ஒரே ஒரு பரிசோதனையின் முடிவைப் பொறுத்து ஒரு விஞ்ஞானக் கோட்பாடு நிலைநிற்கும், அல்லது அழிந்து போகும்' என்று விஞ்ஞான முறையைப் பற்றி எழுதுபவர்கள் சிலர் கூறுகிறார்கள். அப்படி நினைப்பது விஞ்ஞானத்தைப்பற்றி முற்றும் தவறாகத் தெரிந்துகொள்வதாகும்.

ஆகவே, புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு தோல்வியுற்ற விஷயத்தைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி ஒரு தனிப்பட்ட நிகழ்ச்சி வரலாறாக மட்டும் இல்லை என்பதும், ஒன்றோடொன்று இணைக்கப்பட்டவையான நிகழ்ச்சி-வரலாறுகளில் பலவற்றின் தொகுதியே அது என்பதும் தெரிகின்றன. இந்த அத்தியாயத்தில் முன்னால் நான் குறிப்பிட்ட மூன்று தத்துவங்களையும் இவ்வரலாறுகள் விளக்குகின்றன. பரிசோதனைகளிலிருந்தும் கவனக்குறிப்புக்களிலிருந்தும் ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டம் வளர்ச்சி பெறும் சிக்கலான படிகள் எல்லாவும் பதிவுசெய்யப்பட்டு, நம் கண்முன்னே காணக் கிடக்கின்றன. சோதிமிக்க ஒளிச் சுடர்களும், தர்க்க ரீதியான வழக்குக்களும், தவறான அடிவைப்புக்களும் ஆகிய யாவும் இங்கு விசித்திரமாகக் கலந்து காணுகின்றன. அதற்கு மேலும், பழைய மனக்கோள்கள் புதிய கொள்கையின் வளர்ச்சிக்குக் குறுக்கே எப்படி வேலியிட்டு அதைத் தடைசெய்கின்றன என்றும் புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டின் ஆராய்ச்சி நமக்கு நன்கு உணர்த்துகிறது. வாயுக்களையும் பஸ்மீகரணத்தையும் கொண்டு செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளின் சரித்திரத்தை வரிசையாகக் கவனித்து வந்தால், அதன் பின்பு, விஞ்ஞானத் துறையில்

நிகழ்ச்சி வரலாறு - case history. சோதி மிக்க ஒளிச்சுடர்கள் - brilliant flashes. தர்க்க ரீதியான வழக்குக்கள் - logical arguments. தவறான அடிவைப்புக்கள் - false steps.

கண்டறியப்பட்ட புதிய விஷயங்கள் பயனளிப்பவையாக இருக்கவேண்டுமானல், அவை காலத்துக்குப் பொருத்த மாக இருக்கவேண்டும் என்பதை ஆட்சேபிப்பவர்கள் அனேகமாக ஒருவரும் இருக்கமாட்டார்கள். இதுவுமன்றி, ஓரளவு விரிவாகச் சொல்லப்பட்ட இந்த விருத்தாந்தம் முழுவதிலும் விஞ்ஞானத்தின் யுக்தி தந்திரங்களை ஒட்டிய மற்றத் தத்துவங்களும் மீளமீள அடிக்கடி வரக்காணலாம். புதிய உத்திகளின் ஆதிக்கம், பரிசோதனைகளைச் செய்வதி லுள்ள கஷ்டங்கள், நியமப்படுத்திய பரிசோதனையின் மதிப்பு, பரிசோதனையிலிருந்து புதிய மனக்கோள்களின் பரிணமம் ஆகியவைகளுக்கு உரிய உதாரணங்களை எல்லாம் விஞ்ஞான சரித்திரத்தில் பலகாலும் கவனிக்காமல் விடப் பட்டுவரும் இந்தப் பகுதியில் காணலாம்,

இரசாயனிகளின் அணுக் கோட்பாட்டின் வளர்ச்சி

1800 முதல் 1860 முடிய அணுக் கோட்பாட்டின் வளர்ச்சியைச் சுருக்கமாகக் கூறிவிட்டு, இந்த அத்தியா யத்தை முடித்துவிடலாம் என்று எண்ணுகிறேன். இரசா யனச் சரித்திரத்தின் இந்தப் பகுதி பொது வாசகர்களுக்கு இரட்டைப்படியாக முக்கியமானது. லவாய்சியே விஷயங் களைத் தெளிவுபடுத்தி அளவியல் முறைகளைப் புகுத்திய பின்பு, எண் சம்பந்தமான எடுகோள்களின் தொகுதியை ஒழுங்குபடுத்திச் சீராக்குவதற்கு ஒரு மனக்கோட் திட்டம் எவ்வாறு வேண்டியிருந்தது என்பதை இப்பகுதி காட்டு வது ஒரு படி. அணுக் கோட்பாட்டின் அடிப்படைக் கருத்துக்களை ஒப்புக்கொள்வதில் ஐம்பது வருஷத் தாமதம்

விஞ்ஞானத்தின் யுக்தி தந்திரங்கள் - tactics and strategy of science. உத்தி - technique. ஆதிக்கம் - influence. நியமப்படுத்திய - controlled. பரிணமம் - evolution. அணுக் கோட்பாடு - atomic theory. எண் சம்பந்த மான - numerical.. எடுகோள்கள் - data.

ஏற்பட்டது அல்லவா? முன்னபிப்பிராயங்களோ அல்லது துரபிப்பிராயமோ விஞ்ஞான வளர்ச்சியில் தடை செய்யக் கூடும் என்பதற்கு இத் தாமதம் ஓர் உதாரணம் என்பதை இப்பகுதி காட்டுவது மற்றொரு படி. வாஸ்தவத்தில் இந்தப் பகுதியை ஓர் அத்தியாயமாக நான் விரித்துக் கூறலாம். அப்படியிருந்தால், 'துரபிப்பிராயங்களின் அரை நூற்றாண்டுப் போராட்டம்' என்று அதற்கு ஒரு தலைப்புக் கொடுப்பேன்.

இரசாயனிகளின் பரிசோதனைக் கவனக்குறிப்புக்கள் எல்லாம் இணங்கிப் பொருந்தக் கூடிய ஓர் அணுக் கோட்பாட்டை வளர்ப்பதற்கு ஐம்பது வருஷப் பரிசோதனைகளும் சர்ச்சையும் தேவையாயிருந்தன என்பது ஒரு சரித்திர உண்மை. இதில்கூட அவ்வளவு ஆச்சரியமில்லை. ஆனால், இவ்விஷயத்துக்குப் பொருத்தமான எல்லாக் கருத்துக்களும் அடிப்படையான எல்லா எடுகோள்களும் அநேகமாகத் தொடக்க முதலே அறிஞர்களின் கைவசம் இருந்தன என்பதைக் காணும்போது இந்த விஞ்ஞான சரித்திர விஷயத்தைப் பற்றித் தெரியாதிருப்பவர்களுக்கு வெகு ஆச்சரியமாக இருக்கும். எதிரிடையான நோக்கங்களையும் சாதகபாதகமான வழக்குக்களையும் பகுத்தாராய்ந்தால், அக்காலத்தில் விஞ்ஞானிகளிடையே வழங்கிவந்த சிற்சில முன்னபிப்பிராயங்கள் அந்த வளர்ச்சியைத் தடைசெய்தன என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. இந்தக் கருத்துக்களின் தன்மையைப் பற்றியும், அவைகளிலிருந்து உண்டான துரபிப்பிராயங்கள் இறுதியாகத் தோல்வியடைந்தது எப்படி என்பதைப் பற்றியும் அடுத்த சில பக்கங்களில் சுருக்கமாகக் கூறலாம் என்று நினைக்கிறேன்.

முன்னபிப்பிராயங்கள் - preconceived ideas. துரபிப்பிராயம் - prejudice. போராட்டம் - conflict. சர்ச்சை - discussion. எதிரிடையான - rival. நோக்கங்கள் - views. சாதகபாதகமான - pro and con.

உண்மைகள் கற்பிதக் கொள்கைகள் ஆகியவற்றின் சிக்கலான தொகுதி ஒன்றை இப்பொழுது சிறிது நேரத்தில் கூறப் போகிறேன். வாசகர்கள் அவற்றுக்குள் அகப் பட்டுக் கொள்ளுவதற்கு முன், விஞ்ஞான முறை என்று ஒன்று தனியாக இருக்கிறது என்று நம்பும் ஒரு நவீன எழுத்தாளர் எழுதிய ஒரு மேற்கோளைக் காட்டி, அதன் மூலமாக இந்த விருத்தாந்தத்திலிருந்து பெறப்படும் நீதியை எடுத்துக் காட்டப்போகிறேன். 'முந்திய மனக் கோள்களால் சிறிதேனும் தூரபிப்பிராயம் கொள்ளாமல், உள்ளதை நேர்நின்று பார்க்கும் வழக்கம் விஞ்ஞானமுறைச் சிந்தனைக்கு அவசியமானது.' விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிப் பல இடங்களில் வழங்கி வரும் ஜனரஞ்சகமான ஒருவகை அபிப்பிராயத்துக்கு இது ஒரு நல்ல உதாரணம். கொள்வதற்கும் விடுவதற்கும் மிகமிகச் சிரமமாக உள்ள பாதி-உண்மைகளில் இதுவும் ஒன்று. விஞ்ஞானத்துக்கு அறிவியல் நேர்மை அவசியம் என்பது மட்டுமே இந்த ஆசிரியரின் கருத்தாக இருந்தால், நாம் எல்லோரும் அதைக் கட்டாயமாக ஒப்புக்கொள்ளத்தான் வேண்டும். ஆனால், தாம் வாழ்ந்த காலத்தில் இருந்த மனக்கோட் கட்டுக் கோப்பின் சட்டகத்துக்கு உள்ளடங்கி வகுக்கப்பட்ட பரிசோதனைகளிலிருந்தும், சோதிக்கவேண்டிய கற்பிதக் கொள்கைகளின் மூலமாகவும், வெட்டித் தறித்தது போன்ற விடையை விஞ்ஞானி நேர்மையாகத் தேடுகிறார் என்பதுதான் அந்த ஆசிரியருடைய கருத்தானால், அப்பொழுதும் அதைப் பற்றி எவ்விதமான தடையும் நமக்கு

நேர்நின்று பார் - face. விஞ்ஞானமுறைச் சிந்தனை - scientific way of thinking. ஜனரஞ்ஜகமான - popular. பாதி-உண்மை - half-truth. அறிவியல் நேர்மை - intellectual honesty. மனக்கோட் கட்டுக்கோப்பு - conceptual fabric. சட்டகம் - frame-work. வெட்டித் தறித்தது போன்ற - clear-cut.

இருக்கமுடியாது. ஆனால், அந்த விவரணத்தைப் பார்த்தால், அது இதைக் காட்டிலும் மிக அதிகமாகச் சொல்வது போல் தோன்றுகிறது. ஒரு புதிய பிரச்சினை எழும்போதெல்லாம் விஞ்ஞானி தம் மனத்தைக் காலியிடமாக வைத்துக்கொள்ள வேண்டும் என்று அது குறிப்பாகக் கூறுகிறது. ஆனால் நிஜமாக, நாம் ஏற்கெனவே கவனித்துள்ள நிகழ்ச்சி வரலாறுகளைப் பார்த்தால், நல்ல ஆராய்ச்சியாளர் வகை வகையான எத்தனையோ 'முந்திய மனக்கோள்களை' உடையவராக இருக்கவேண்டும் என்பதையே அவை மிகவும் தெளிவாகக் காட்டுகின்றன. அவருடைய துறையாக இருக்கும் விஞ்ஞானத்தின் மனக்கோள்களும், மனக்கோட் திட்டங்களுமே இவை. உண்மையான மார்க்க தரிசிகளுக்கு, இவற்றைத் தவிர, புதிதாக உதித்த ஒரு கருத்தும் இருந்தாகவேண்டும். ஆனால் இத்தகைய கருத்துக்கள் எல்லாம் வெளிப்படையாகத் தோன்றுபவை என்றும், துரபிப்பிராயங்கள் தர்க்கமுறையில் தோன்று மனவெழுச்சிக் கிரியைகள் என்றும் மறுத்துக் கூறலாம். இதை நான் ஒப்புக்கொள்கிறேன். ஆனபோதிலும் ஒவ்வொரு விஞ்ஞானியும் அவரவர் காலத்துத் துரபிப்பிராயங்களை—அவை தெளிவில்லாமலும் அரைகுறையாக முறைப்படுத்திக் கூறப்பட்டும் இருந்த போதிலும், அவருக்கு 'விஞ்ஞான முறை விவேகம்' என்று தோன்றும் பல பாவனைகளை —தம் உடலோடு உடலாய்க் கொள்ளாமல் இருக்கவே முடியாது என்று வாதாடுவேன். அப்பேர்ப்பட்ட காரணிகள் விஞ்ஞானத் துறையில் செய்துவரும்

விவரணம் - statement. மார்க்கதரிசி - pioneer. வெளிப்படையாகத் தோன்றுபவை - explicit. தர்க்க முறையில் தோன்று - non-logical. மனவெழுச்சிக் கிரியைகள் - emotional reactions. விஞ்ஞானமுறை விவேகம் - scientific common-sense. அரைகுறையாக முறைப்படுத்திக் கூறப்பட்ட - half-formulated. பாவனைகள் - assumptions. காரணி - factor.

செயலுக்குச் சிறந்த உதாரணமாகப் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானிகள் அணுக் கோட்பாட்டை முறைபடக் கூறுவதற்கு முயன்ற கதையைக் காட்டிலும் மேலானது எதுவும் அகப்படாது.

தகனத்தில் ஆக்ஸிஜன் செய்துவந்த காரியத்தையும் நீரின் அமைப்பையும் பற்றிக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டதே புதிய இரசாயனத்தின் அரங்கமைப்பாக ஆயிற்று. லவாய்சியேயின் **இரசாயன ஆரம்ப நூல்** புதிய கருத்துக்களை விளக்கிற்று; 'இருப்புநிலைத் தத்துவத்தின்' முக்கியத்துவத்தை விஞ்ஞான உலகத்திற்கு வற்புறுத்திற்று. புதிய மனக்கோட் திட்டத்தின்படி, பொருள்களில் மூலகங்களும் கூட்டுப் பொருள்களும் என்று இரண்டு மிக முக்கியமான வகைகள் இருந்தன. இரண்டு அல்லது அதற்கு மேற்பட்ட மூலகங்கள் குறிப்பிட்ட அளவுகளில் இணை சேருவதால் கூட்டுப்பொருள்கள் உண்டாயின. இவ்வாறு 'ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் என்னும் மூலகங்கள் எடையில் 1 க்கு 8 என்னும் விகிதத்தில் இணைசேருவதால் அமைந்த கூட்டுப்பொருள்' என்று நீருக்கு ஒரு வரையறை கூறலாம். இப்படிக் கூறுவது மிகவும் சிரமப்பட்டுச் செய்த எத்தனையோ அளவியல் பரிசோதனைகளின் முடிவிற் கிடைத்த சாரமாகும்.

1805 வாக்கில் புதிய இரசாயனத்துக்குள் பழைய அணுச் சித்தாந்தத்தை டால்ட்டன் புகுத்த முயன்றார். பொருளானது அணுக்களால் அமைக்கப்பட்டது என்னும் கருத்து பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் வாழ்ந்த பெரும்

தகனம் - combustion. அமைப்பு - composition. அரங்கமைப்பு - stage setting. இரசாயன ஆரம்ப நூல் - *Elements of Chemistry*. இருப்பு நிலைத் தத்துவம் - principle of the balance sheet. மூலகங்கள் - elements. கூட்டுப் பொருள்கள் - compounds. இணை சேருவது - combine. அணுச் சித்தாந்தம் - doctrine of atoms. டால்ட்டன் - Dalton.

பான்மை விஞ்ஞானிகளின் எண்ணங்களின் பின்னணியாக உள்ள பொதுப்படையான மானதக் கற்பனைக் கருத்துக் களில் ஒன்றாக இருந்தது. வாயுக்களின் பௌதிக குணங் களைப் பற்றித் தாம் எழுதிய சில நூல்களில் அணுக்கள் என்னும் மனக்கோளை நியூட்டன் உபயோகித்திருந்தார். ஆயினும், ஒரு குறிப்பிட்ட கூட்டுப்பொருளை அமைப் பதற்கு அதில் அடங்கிய மூலகங்கள் எப்பொழுதும் ஒரே சமவிகிதமான எடைப்படி இணைசேருவது ஏன் என்பதற்கு அணுக்கள் என்னும் மனக்கோள் எளிய விளக்கத்தை அளிக்கிறது என்று சுட்டிக்காட்டிய பெருமை டால்ட்ட னுக்கே உரியது. ஹைடிரஜன் போன்ற ஒரு குறிப்பிட்ட மூலகத்தின் எல்லா அணுக்களும் சமமான எடையுள் ளவைகளாக இருக்கின்றன என்றும், ஹைடிரஜன், ஆக் ஸிஜன் போன்றவை இணைசேரும்போது சம எண்ணிக்கை யுள்ள அணுக்களே எப்போதும் அந்தச் சேர்க்கையில் சம்பந்தப்படுகின்றன என்றும் வைத்துக்கொண்டால், பரிசோதனை விஷயங்கள் எல்லாம் திருப்திகரமாக இணங் கிப் பொருந்தி விடுகின்றன. இதற்கு ஓர் உதாரணமாக, மிகமிகச் சிறிய நீர்த் திவலை ஒரு ஹைடிரஜன் அணுவாலும் ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவாலும் அமைக்கப்பட்டது என்ற ஓர் எளிய பாவனையை டால்ட்டன் கொண்டார். அதையே நாமும் கொள்வோம் (நம்முடைய இக்காலத்திய மனக் கோள் திட்டத்தின்படி இது தவறு). இப்போது ஹைடிர ஜனின் எடைப்படியுள்ள ஒரு பகுதி ஆக்ஸிஜனின் எடைப் படியுள்ள எட்டுப் பகுதிகளோடு இணைசேருகிறது என்று பரிசோதனையின் மூலமாக நமக்குத் தெரிவதால், ஹைடிர ஜன், ஆக்ஸிஜன் என்னும் அணுக்களின் **ஒப்பு-எடைகள்**

பின்னணி - background. மானதக் கற்பனை - speculative. கருத்து-idea. நியூட்டன் – Newton. ஒரே சமவிகிதமான - same proportion ஒப்புஎடை கள் - relative weights.

1க்கு 8 ஆகும். தனித்தனியே நிறுக்க முடியாதபடி அணுக்கள் அத்துணை சிறிய அளவுள்ளவைகளாயினும், இத்தகைய அனுமான வகையின் மூலம் பரிசோதனை விஷயங்களிலிருந்து அணுக்களின் ஒப்பு-எடைகளைத் தீர்மானிக்க முடியும்என்று டால்ட்டன் வாதாடினர்.

இதில் 'ஒரு சிரமம் இருப்பது தொடக்கத்திலேயே தெளிவாகக் காணப்பட்டது. ஓர் அரை நூற்றுண்டாக இந்த சிரமம் இருந்து, விஞ்ஞானிகளை வேதனைப்படுத்தி வந்தது. ஒரு கூட்டுப்பொருளின் மிகச் சிறிய அலகை அமைப்பதற்கு எத்தனை அணுக்கள் இணைசேரவேண்டும் என்று ஒருவருக்கு எப்படித் தெரிய முடியும்? இதை நம்மால் தெரிந்துகொள்ளமுடியாது. ஆதலால், பரிசோதனை விஷயங்களோடு பொருந்தும் மிகமிக எளிய உறவு ஒன்று இருப்பதாக நாம் பாவிப்பதுதான் மிகவும் நல்லது' என்று பாயில் கூறினர். 'மிக்க எளிமை விதி' என்று சில வேளை களில் கூறப்படும் பொதுத் தத்துவத்தை உபயோகிப் பதற்கு இது ஓர் உதாரணம் என்பதைக் கவனிக்கவேண்டும். நீரின் மூலக்கூறு (ஒரு கூட்டுப்பொருளின் மிகச் சிறிய பகுதிக்கு நாம் இட்டிருக்கும் பெயர்) ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவாலும் ஒரு ஹைடிரஜன் அணுவாலும் அமைக்கப் பட்டது என்று டால்ட்டன் கூறினர். இக்காலச் சங்கே தப்படி, நீருக்கு அவர் குறித்த குறியீடு H O என்று இருக்கும். இந்தப் பாவனையை வைத்துக்கொள்வோ மானல், அப்போது இணைசேரும் ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன் ஆகியவற்றின் எடைகளிலிருந்து ஓர் அணு-எடைத் திட் டத்தை அமைக்க முடிகிறது. அதில் ஹைடிரஜனின் எடையைக் (காரணம் ஒன்றும் இல்லாமல்) ஒன்று என்று

அலகு - unit. மிக்க எளிமை விதி - 'rule of the greatest simplicity.' மூலக்கூறு - molecule. சங்கேதம் - symbols. குறியீடு - formula. காரணம் ஒன்றும் இல்லாமல் - arbitrarily.

வைத்துக்கொண்டால், ஆக்ஸிஜனின் எடை எட்டாக இருந்தாகவேண்டும்.

சுருக்கமாகச் சொன்னால், பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் முதல் பகுதியிலுள்ள விஞ்ஞானிகள் மூன்றுபடியாக இருக்கும் ஓர் உறவைப் பற்றித் தெரிந்துகொள்ளப் போராடிக்கொண்டிருந்தார்கள். அவற்றுள் ஒரே ஒரு விஷயமே, அதாவது மூலகங்கள் இணைசேரும் எடை விகிதங்களைப் பற்றிய விஷயம் மட்டுமே, பரிசோதனையால் நிர்ணயிக்கப்பட்டிருந்தது. நீரைப்போன்ற சில கூட்டுப் பொருள்களுக்கு ஒரு குறியீட்டைப் பாவித்துக்கொண்டால், அப்போது பரிசோதனை விஷயங்களிலிருந்து ஓர் அணு-எடைத் திட்டத்தை அமைக்க முடியும். அல்லது, அதற்கு மறுதலையாக, ஓர் அணு-எடைத் திட்டத்தைப் பாவித்துக் கொண்டால், அப்போது மூலகங்களின் எடை - உறவுகளிலிருந்து கூட்டுப்பொருள்களின் குறியீடுகளைப் பெற முடியும். ஆனால் மூலகப் பொருள்களான அணுக்களின் ஒப்பு-எடைகளைப் பற்றியாவது, அல்லது நீரைப் போன்ற எளிய கூட்டுப்பொருள்களிலுள்ள அணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பற்றியாவது புதிய சான்றுகள் இதற்கு அவசியமாகத் தேவையாயிருந்தன.

பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் இரண்டாம் பத்தாண்டில் புதுச் சான்றுகளும், அந்தச் சான்றுகளைப் பொருள் கொள்வதற்கான புதிய மனக்கோள்களும் விஞ்ஞான உலகத்துக்குக் கிடைத்தன. ஆனால், **இப்படிப் பயன்தரக் கூடியதாயிருந்த இணைப்பு ஒருவராலும் கவனிக்கப் படவில்லை.** நீரின் குறியீட்டை உறுதிப்படுத்துவதற்கு வேறு சில அளவியல் எடுகோள்களை உபயோகிக்க

எடை விகிதம் - weight ratio. பத்தாண்டு - decade. பயன்தரக்கூடிய - fruitful.

இத்தாலிய நாட்டு விஞ்ஞானியாகிய அவோகாட்ரோவுக்கு வழி தெரிந்தது. ஆனால் 1860ல் கன்னிக்ஸாரோ என்னும் மற்றோர் இத்தாலியர் வழிகாட்டும் வரையில் விஞ்ஞான சமூகம் அவோகாட்ரோவின் கருத்துக்களை மீண்டும் கவனிக்கவும் இல்லை; அவற்றை அடிப்படையாகக் கொண்டு பலரும் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடிய அணு-மூலக்கூறுக் கோட்பாட்டை அமைக்கவும் இல்லை. ஆயினும் பொருளின் அமைப்பைப் பற்றிய பிற்காலத்திய வளர்ச்சிகள் எல்லாவற்றுக்கும் அஸ்திவாரமாக நன்கு பயன்பட்டுவரும் கோட்பாடு இதுவே யாகும்.

அவருடைய நாளில் அவோகாட்ரோவின் கருத்துக்கள் ஒப்புக்கொள்ளப்படாமல் தடை செய்து வந்த துரபிப்பிராயங்கள் என்ன என்று புரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், பரிசோதனை விஞ்ஞானச் சான்றுகள், அவோகாட்ரோவின் மனக்கோள்கள் என்னும் இரண்டையும் பரிசீலனை செய்யவேண்டும். **வாயுநிலையிலுள்ள** மூலகங்கள் இணை சேரும்போது பொருத்தமுள்ளதாகத் தெரிந்த அளவியல் உறவை அவோகாட்ரோவும் (அவருடைய சமகாலத்தோர் சிலரும்) கண்டு, அது மதிப்பிற்குரியது என்று கொண்டார்கள். இங்கே நாம் கவனிப்பது எடையை அன்று, வாயுக்களின் கன-அளவுகளைத்தான் என்பதைக் குறிப்பாகக் கவனித்துக் கொள்ளவேண்டும். இதற்கு ஓர் உதாரணம் காட்டினால் போதும். ஹைடிரஜன் வாயு, ஆக்ஸிஜன் வாயு ஆகியவற்றின் கலவையை ஒரு பொறியால் வெடிக்கச்செய்வோமானால், அப்போது கீழ்க்கண்ட உறவு இருப்பது தெரியவருகிறது :

அவோகாட்ரோ - Avogadro. கன்னிக்ஸாரோ - Cannizzaro. அணு-மூலக்கூறுக்கோட்பாடு - atomic and molecular theory. வாயு நிலையிலுள்ள-gaseous. அளவியல் உறவு - quantitative relationship. கலவை-mixture.

1 கன-அளவுள்ள ஆக்ஸிஜன் + 2 கன-அளவுள்ள ஹைடிரஜன் → 2 கன-அளவுள்ள நீராவி

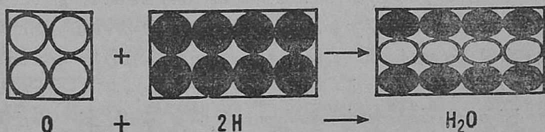
(இந்த உறவை வெளியிடுவதற்குக் கன-அளவின் எந்த அலகுகளை வேண்டுமானாலும்—உதாரணமாகக் கன-அடிகளை—உபயோகிக்கலாம்). கன-அளவுகளுக்கு இடையே உள்ள உறவு மிகவும் எளிதானது: 1க்கு 2க்கு 2. மேலும், **சிறிய முழு எண்களால்** வெளியிடப்பட்ட கன-அளவு உறவுப்படியே மற்ற வாயு நிலையிலுள்ள மூலகங்களும் இணைசேர்ந்தன என்பதும் காணப்பட்டது.

இணைசேர்ந்து கூட்டுப்பொருள்களை அமைக்கும் வாயு-நிலையிலுள்ள மூலகங்களின் **கன-அளவுகளுக்கு** இடையே உள்ள முழு-எண் உறவுமுறையை விளக்குவதற்குக் காரணம் கூற அவோகாட்ரோ இரண்டு பாவனைகளை வைத்துக் கொண்டார். முதல் பாவனை என்னவென்றால், **உஷ்ண நிலை, அழுத்தம் ஆகியவை சம-நிலைகளில் இருக்குமானல் சம-கன-அளவுள்ள வாயுக்கள் சம-எண்ணிக்கையான துகள்களை உடையவையாய் இருக்கும்** என்பது. இரண்டாவது பாவனை என்னவென்றால், ஹைடிரஜனிலும் ஆக்ஸிஜனிலும் உள்ள ஒவ்வொரு துகளும் ஒன்று சேர்ந்த **இரண்டு** அணுக்களால் அமைக்கப்பட்டது என்பது.

வாயுக்களின் இடையே நிகழும் இரசாயனக் கிரியைகளைப் பற்றித் தெரிந்திருந்த எல்லா விஷயங்களையும் இந்தப் பாவனைகளின் துணையால் அவோகாட்ரோ விளக்கினர். மேலும், இரண்டு ஹைடிரஜன் அணுக்களாலும் ஓர் ஆக்ஸிஜன் அணுவாலும் நீரின் மூலக்கூறு அமைக்கப்பட்டது, அதாவது அது H_2O என்று குறிக்கத் தகுந்தது

சிறிய முழு எண்கள் - small whole numbers. **சமநிலைகள்** - same conditions. **துகள்கள்** - particles. **இரசாயனக் கிரியை** - chemical reaction.

என்னும் முடிவுக்கு அவர் வந்தார். இவ்வாறு, இணை சேரும் வாயுநிலையிலுள்ள மூலகங்களுக்கு இடையே உள்ள **கன-அளவு** உறவுமுறையின் அளவையும் தம்முடைய அனுமானத் தொடரையும் புதிய சான்றுகளாகக் காட்டி, சில கூட்டுப்பொருள்களின் குறியீட்டை அவாகோட்ரோ நிலைநாட்டினர். முன்னல் குறிப்பிடப்பட்ட மூன்று படியான உறவுமுறைப் பிரச்சினையை அவர் தீர்த்தது இவ்வாறுதான். அந்த மூலகங்கள் இணைசேர்ந்த எடைகளின் சமவிகிதங்களிலிருந்து ஓர் அணு-எடைத் திட்டத்தை இதன் பின்பு அமைக்க முடிந்துவிட்டது. விளக்கமாகக் கூறினல், மூலகங்களைக் கொண்டு நீரைத் தொகுக்கும்



படம் 29. வாயுக்களின் சேர்க்கையைப் பற்றி அவோகாட்ரோர் கொண்ட கருத்தை விளக்கும் வரிப்படம்; சதுரம் ஒரு கன-அளவையும், ஒவ்வொரு செவ்வகமும் இரண்டு கன-அளவுகளையும் குறிக்கின்றன-

காரியத்தில் நீரின் ஆவிக்கும் ஹைடிரஜனுக்கும் ஆக்ஸிஜனுக்கும் இடையே உள்ள கன-அளவு உறவிலிருந்து நீருக்கு H_2O என்னும் குறியீடு பெறப்பட்டது. ஹைடிரஜனின் அணு-எடை 1 ஆனல், அப்போது ஆக்ஸிஜனின் அணு-எடை 16 ஆக இருக்கவேண்டும்; ஏனென்ருல், ஆக்ஸிஜனுக்கும் ஹைடிரஜனுக்கும் நீரில் காணும் எடை-உறவுகள் 8க்கு 1, அதாவது 16க்கு 2 என்று இருக்கின்றன. ஆக்ஸிஜனும் ஹைடிரஜனும் இணைசேருவதை

அணு எடைத் திட்டம் - atomic weight scale. கன-அளவு உறவு - volume relationship.

29ம் படத்தில் காட்டியபடி அவோகாட்ரோ சித்திரித்தார். இந்நாளில் நாம் அதைச் சித்திரிக்கும் முறையும் இதுவே.

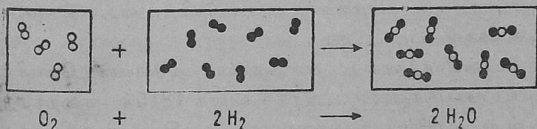
டால்ட்டனுக்கு இதைச் சிறிதும் ஒப்புக்கொள்ள மனமில்லே. இரசாயனிகளில் பெரும்பான்மையோரும் கிட்டத்தட்ட ஐம்பது வருஷ காலம்வரை இதை ஒப்புக் கொள்ளவில்லே. ஏன்? ஏனென்முல், ஹைடிரஜன் வாயுவின் துகள்கள் பகுக்கக் கூடியவையாக இருக்க வேண்டும் என்னும் பாவனையாவது, (இது அணுவின் வரையறைக்கு விரோதமானது), அல்லது ஒன்ருகப் பற்றப்பட்டிருக்கும் ஒன்றுபோலவுள்ள இரண்டு அணுக்களால் அந்தத் துகள்கள் அமைக்கப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்னும் பாவனையாவது அவோகாட்ரோவின் மனக்கோள் திட்டத்தில் அடங்கியிருந்தது. ஆனல் முற்றொருமையுடைய இரண்டு அணுக்களே ஒன்ருகப் பற்றக் கூடியது என்ன?

பத்தொன்பதாம் நூற்ருண்டின் முதற் பகுதியில் வாழ்ந்த பெர்ஸீலியஸ் என்னும் சிறந்த ஸ்வீடன் நாட்டு இரசாயனி முற்றொருமையுள்ள அணுக்கள் ஒன்ருக இணே சேர மாட்டா என்று பலமாக வற்புறுத்திக் கூறிவந்தார். ஏனென்ருல், அவர் இரசாயனக் கூடுகையைப் பற்றிய ஒரு மனக்கோளே அபிவிருத்தி செய்திருந்தார். வெவ்வேறு வகையான அணுக்களின் இடையே ஒரு மின்சாரக் கவர்ச்சி இருக்கிறது என்னும் பாவனையை அது அடிப்படையாகக் கொண்டது. மின்-ஓட்டத்தின் மூலமாக நீரைப் போன்ற சில கூட்டுப்பொருள்களின் சிதைவைப் (மின்-பகுப்பைப்) பற்றிப் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு விஷயத்தால் ஏற்பட்ட மனக்கோட் திட்டமே இது. பெர்ஸீலியஸ்ஸின்

முற்றொருமையுடைய - identical. பெர்ஸீலியஸ் - Berzelius. ஸ்வீடன் - Sweden. கூடுகை - combination. மின்சாரக்கவர்ச்சி - electrical attraction. சிதைவு - decomposition. மின்பகுப்பு - electrolysis.

மின்-இரசாயன அபிப்பிராயங்களின்படி முற்றொருமை யுள்ள அணுக்கள் இணைசேர முடியாது.

ஆனபோதிலும், பெர்ஸீலியஸ் அந்த இத்தாலியப் பௌதிகரின் ஒப்புக்கோள்களில் பேர்பாதியை ஒப்புக் கொண்டார். ஒரு கன-அளவுள்ள ஆக்ஸிஜன் இரண்டு கன-அளவுள்ள ஹைடிரஜனோடு இணைசேருகிறது என்னும் விஷயம் மிகமிக முக்கியமானது என்றும், வாயுநிலை மூலகங்களில் அவோகாட்ரோவின் பூர்வசித்தாந்தம் (அதாவது, வாயுநிலையிலுள்ள மூலகங்களின் சம கன-அளவு களில் சம எண்ணிக்கையுள்ள அணுக்கள் அடங்கியிருக் கின்றன என்பது) சரி என்பதில் சந்தேக மில்லை என்றும் அவர் சொன்னார். ஆகையால், ஆக்ஸிஜனும் ஹைடிரஜனும் இணைசேருவதை 30ம் படத்தில் காட்டியபடி பெர்ஸீலியஸ் முறைபடக் கூறினார்.



படம் 30. வாயுக்களின் கூடுகையைப் பற்றிப் பெர்ஸீலியஸ் கொண்டுள்ள அபிப்பிராயத்தை விளக்கும் வரிப்படம்.

இந்த வரிப்படத்தில் அணுக்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக் கொண்டிருப்பதுபோல் காட்டியிருக்கிறேன். ஏனென்றால், பெர்ஸீலியஸ்ஸும் அவருடைய சமகாலத் தோரும் வாயுவிலுள்ள துகள்கள் ஒன்றையொன்று தொட் டுக்கொண்டு அடுத்தடுத்து அமைந்திருப்பதாக எண்ணி னார்கள். அவோகாட்ரோவின் மனக்கோட் திட்டத்தின் படியோ என்றால், வாயு நிரப்பிக்கொண்டிருக்கும் இடத்தின் ஒரு சிறு பகுதியில் மட்டுமே அந்த மூலக்கூறுகள் இடம்

இத்தாலியப் பௌதிகர் - இங்கு அவோகாட்ரோ. முன்விவரணம் (பூர்வ சித்தாந்தம்)- premise. முறைபடக் கூறு - formulate.

பெற்றிருப்பதாக நாம் கருதுகிறோம். துல்லியமாக இரண்டு கன-அளவுள்ள நீராவிதான் இயற்றப்பட்டது என்னும் விஷயத்துக்கு பெர்ஸீலியஸ் காரணம் கூறவில்லை. அவருடைய சித்திரத்தில் நீரின் மூலக்கூறிலுள்ள அணுக்கள் அழுந்த நெருக்கப்பட்டிருந்தன. ஆனால் விளைவுப்பொருளின் கன-அளவு அதன் உறுப்புப் பொருள்களின் கன-அளவோடு அவ்வளவு எளிய உறவை உடையதாக இருந்ததற்குக் காரணம் என்ன என்று அவர் சொல்லவில்லை. 'நாம் இன்னும் விளக்கமுடியாதிருக்கும் பொருள்களில் ஒன்றாக' அது ஒருகால் இருக்கலாம். இந்த மனக்கோட்டத்தில் குறைபாடுகள் இருந்தபோதிலும், இது மிகப் பயன் தருவதாக இருந்தது. தம்முடைய பாவனைகளைக் கொண்டு பெர்ஸீலியஸ் மிகவும் லாபகரமான ஓர் இரசாயனத் திட்டத்தை வகுத்தார். ஆனால் சிறிது காலத்துக்குள் அதற்குப் பல சிரமங்கள் ஏற்பட்டுவிட்டன. ஆதலால், அது கைவிடப்பட்டது.

பின்னோக்காகப் பார்த்தால், அவோகாட்ரோவின் அபிப்பிராயங்களுக்குப் பிரதிகூலமாக **1815**ல் குறைந்தது மூன்று துரபிப்பிராயங்களாவது வழங்கிவந்தன. முதலாவதாக, ஒரு வாயுவின் துகள்கள் ஒன்றையொன்று தொட்டுக்கொண்டிருந்தன என்னும் எண்ணம். இரண்டாவதாக, முற்றொருமையுள்ள அணுக்கள் ஒன்றோடொன்று இணைசேர முடியாது என்னும் எண்ணம். மூன்றாவதாக, பெர்ஸீலியஸ்ஸின் மின்-இரசாயனக் கோட்பாடு. பிந்தியது மிகத் தெளிவாக வெளியிடப்பட்டுத் தோன்றிய அபிப்பிராயம். ஆதலால், அதைத் துரபிப்பிராயம் என்று சொல்வது ஒருகால் தவறென்றே சொல்லக்கூடும், அதைப்

துல்லியமாக - exactly. விளைவுப்பொருள் - product. உறுப்புப்பொருள் - component. பயன்தருவது - fruitful. பின்னோக்காக – in retrospect. துரபிப்பிராயம் - prejudice. மின்-இரசாயன - electro-chemical.

பற்றி அப்படிச் சொல்வதைவிட, மற்ெருரு மனக்கோட் திட்டத்தை ஒப்புக்கொள்ளவொட்டாமல் தடைசெய்த ஒரு மனக்கோட் திட்டம் என்று சொல்வதே பொருந்தும்.

1820ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் அவோகாட்ரோவின் கருத்துக்களுக்குப் பரிசோதனைச் சான்றுகளைப் பெறுவதற்குப் பிரான்சு நாட்டு இரசாயனி ஒருவர் முயன்றார். ஆனால் அந்த ஆராய்ச்சிகளின் விளைவு அணுக் கோட்பாட்டின் மீது ஏற்பட்டிருந்த நம்பிக்கை முழுவதையுமே கிட்டத்தட்டத் தொலைத்துவிடும்போல் ஆகிவிட்டது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுச் சரித்திரத்தில் இது ஒரு விசித்திரமான பகுதி. சுருங்கக் கூறின், நடந்தது இதுதான்: உயர்ந்த உஷ்ணநிலைகளில் மட்டும் வாயுக்களாக இருக்கும் பாதரசம், கந்தகம் போன்ற மூலகங்களின் ஆவிகளின் ஒப்பு-எடைகளை அளப்பதற்கு ஒரு வழி கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அவோகாட்ரோவின் முதல் ஒப்புக்கோள் சரியானதாக இருந்தால், அப்போது வாயுக்களின் சம-கன-அளவுகளின் ஒப்பு-எடைகள் அந்த வாயுக்களை அமைக்கும் துகள்களின் ஒப்பு-எடைகளின் அளவாகவே இருக்கவேண்டும். (ஏனென்றால், சம கன-அளவுகளில் சம-எண்ணிக்கையுள்ள துகள்கள் அடங்கியிருக்கின்றன என்பது பாவனை.) மூலகங்களை மட்டும் கவனிப்பதாயிருந்தால் இந்தக் கருத்து சரியானதுதான் என்று பெர்ஸீலியஸ்ஸைப் பின்பற்றியவர்களும் ஒப்புக்கொண்டார்கள். இந்தச் சமயம் பார்த்து, குழப்பமுறச் செய்யும் சில விஷயங்கள் கண்டுபிடிக்கப்பட்டன. அணு-எடைத் திட்டத்தை அமைப்பதற்கு உபயோகப்பட்ட எடுகோள்களோடு பெரும்பான்மை மூலக ஆவிகளின் ஒப்பு-

---

ஆவி - vapour, **ஒப்பு-எடைகள்** - relative weights. **ஒப்புக்கோள்** - postulate.

எடைகளை ஒத்துவரச்செய்ய முடியவில்லை, இக்காலத்தில், வழங்கும் பாஷையில், ஹைடிரஜன் வாயுவை H_2 (அதாவது மூலக்கூறுக்கு இரண்டு அணுக்களை உடையது) என்று குறித்தால் வாயுநிலையிலுள்ள பாதரசத்தில் உள்ள அணுக்கள் ஒற்றை அணுக்களாகவே இருக்கவேண்டியிருந்தது; வாயுநிலையிலுள்ள கந்தகத்திலோ ஒன்றுகச் சேர்ந்த அணுக்கள் ஆறுக்குக் குறையாமல் இருக்கவேண்டியிருந்தது.

1830ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் வாழ்ந்த இரசாயனிகளுக்கு இவ்வகையான முடிவுகள் அக்கிரமமாகத் தோன்றின. ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன், குளோரின் என்னும் வாயுநிலையிலுள்ள எளிய மூலகங்கள் எல்லாம் ஒரேசீராக நடந்தன (பெர்ஸீலியஸ் சொல்லியபடி அவை துகளுக்கு ஓர் அணுவை உடையவை என்ருே, அல்லது அவோகாட்ரோ சொல்லியபடி அவை துகளுக்கு இரண்டு அணுக்களை உடையவை என்ருே நாம் கருதலாம்). ஆனுல், மூலக்கூறு ஒவ்வொன்றிலும் ஒரு துகளை உடைய மூலகங்கள் சிலவும், ஆறு துகள்களை உடைய மூலகங்கள் வேறு சிலவுமாக இருக்குமா ? அத்துணை விபரீதமாக இயற்கை இருக்கக்கூடும் என்று யாரால் நினைக்க முடியும் ? இயற்கை மிக்க எளிமையை உடையது என்னும் பாவனையை விஞ்ஞானிகள் தம்மையறியாமலே ஒரு தத்துவமாகக் கொண்டு அடிக்கடி செயல் புரிகிருர்கள். பத்தொன்பதாம் நூற்ருண்டின் முதல் சில பத்தாண்டுகளில் இந்தத் தத்துவங்களை மூலகங்களுக்குப் பிரயோகித்தபோது, வாயுநிலையில் ஒவ்வொரு துகளிலும் அடங்கிய அணுக்களின் எண்ணிக்கை எல்லா மூலகங்களிலும் சமமாகவே இருக்க

அக்கிரமம் - preposterous. குளோரின் - chlorine. இயற்கை மிக்க எளிமையை உடையது - greatest simplicity in nature.

வேண்டும் என்ற எண்ணம் ஏற்பட அது காரணமாக இருந்தது. ஆகையால், மூலகங்களுக்குள்ளே ஓர் ஒருசீரான தன்மை இருக்கிறது என்னும் தத்துவத்தைக் கைவிடுவதா, அல்லது அவோகாட்ரோவின் ஒப்புக்கோளைக் கைவிடுவதா என்னும் இருதலைக் கொள்ளி நிலை ஏற்பட்டது. அப்போது பெரும்பான்மை விஞ்ஞானிகளும் பிந்திய காரியத்தையே செய்தார்கள். அந்த ஒப்புக்கோளோடு பெர்ஸீலியஸ்ஸின் திட்டத்தின் பெரும்பகுதியும் கைவிடப்பட்டது. (வேறு சில அம்சங்களிலும் அந்தத் திட்டத்துக்கு ஒரு கஷ்ட தசை ஏற்பட்டிருந்தது). ஆகையால் 1840ஐ அடுத்த ஆண்டுகள் அணுக் கோட்பாடு முழுவதற்கும் விரோதமான ஒரு மனநிலை நிலவிய காலம். ஒரு கூட்டுப்பொருளின் மூலக்கூறில் ஒன்றுசேர்ந்துள்ள மூலக அணுக்களின் எண்ணிக்கை இன்னதென்று கண்டுபிடிக்க ஆதாரம் தேடும் முயற்சி ஒருநாளும் பலிக்காது என்று தோன்றிற்று. டால்ட்டன் கூறிய வழக்கைப் போன்ற ஒரு நிலைக்கே இரசாயனிகளும் பின்வாங்கி வரவேண்டியிருந்தது. அவர்கள் தக்க காரணமின்றி, மிக்க எளிமை விதி என்று ஒன்று இருப்பதாகப் பாவித்துக் கொண்டார்கள்; நீரின் குறியீட்டை HO என்று எழுதினார்கள்; ஒத்தபடி ஓர் அணு-எடைத் திட்டத்தை அமைத்தார்கள்.

இங்கே அதற்கு இடமும் இல்லை, அதற்காகக் கூறவேண்டிய செய்திகளும் மிகவும் அதிகமானவை. அப்படி இல்லாமலிருந்தால், அணுக்களின் 'உண்மையைப்' பற்றி விஞ்ஞான உலகம் கொண்ட நம்பிக்கையின் ஏற்றவற்றங்களைக் கவனிப்பது சுவையாக இருக்கும். 1840ஐ அடுத்த ஆண்டுகளிலும், 1850ஐ அடுத்த ஆண்டுகளிலும்

ஒருசீரான தன்மை - uniformity. உண்மை - reality. ஏற்றவற்றங்கள்- ebb and flow.

இந்த நம்பிக்கை மிகத் தாழ்ந்த நிலையை அடைந்துவிட்டது. ஆனால் பௌதிகத் தோற்றங்களை விளக்குவதற்கு வாயுக்களின் சலனக்கோட்பாடு தோன்றி வளர்ந்ததின் விளைவாக அவோகாட்ரோவின் முதல் ஒப்புக்கோள் மேலும் மேலும் நம்பத் தக்கதாகத் தோன்றி வந்தது. அதுவுமன்றி, ஒரு திருப்திகரமான அணுக் கோட்பாடும் இல்லாதிருந்தபடியால், இரசாயனத்தின் அபிவிருத்தியும் தடைப்பட்டுவிட்டது. எளிய பொருள்களில் உள்ள மூலக்கூறுகளில் அடங்கிய அணுக்களின் எண்ணிக்கையைப் பற்றியாவது ஓரளவு ஒற்றுமை இல்லாவிட்டால், அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்களின் (கார்பன் கூட்டுப்பொருள்களின்) இரசாயனத்தைப் பற்றிய சிக்கலான விஷயங்களை எப்படிக் கையாள முடியும்? ஒரு தலைமுறைக் காலமாகப் பௌதிகர்களும் இரசாயனிகளும் ஒருதிசையாகக் குவியும் சான்றுகளின் தொகுதியைச் சேகரித்து அளித்தார்கள். பிறகு, ஒரே மொத்தமாக, எல்லோரும் அவோகாட்ரோ கூறியதைக் கவனிக்கத் தொடங்கிவிட்டார்கள். முதலில் தோன்றிய சந்தேகங்கள் எல்லாம் அப்போது நீக்கப்பட்டுவிட்டன. 1840ஐ அடுத்த ஆண்டுகளிலும் 1850ஐ அடுத்த ஆண்டுகளிலும் உழைத்தவர்கள் தெரிவித்த அநேக விஷயங்கள் அவோகாட்ரோவின் மனக்கோட் திட்டத்தோடு பொருந்துவதாகக் காணப்பட்டன. லவாய்சியே தம்முடைய கருத்துக்களுக்காகப் போராடியபோது இருந்த நிலையைப் போலன்றி, இப்போது எதிரிடைச் சித்தாந்தம் ஒன்றும் இல்லை; ஒரு குழப்ப நிலை மட்டுமே இருந்தது. ஆகையால், பெரும்பாலும் அவோகாட்ரோவின் கருத்துக்களைக் கன்னித்ஸாரோ மிக அழகாக விளக்கிய காரணத்தால், 1860ல்

வாயுக்களின் சலனக் கோட்பாடு - kinetic theory of gases. அங்கக - organic. கார்பன் - carbon. எதிரிடைச் சித்தாந்தம் - rival doctrine. கன்னித்ஸாரோ - Cannizzaro.

அணு-மூலக்கூறுக் கோட்பாடு, இக்காலத்தில் இரசாயன ஆரம்ப மாணவர்களுக்குக் கற்றுக்கொடுக்கப்படும் வடிவத்தில், ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டது. உடனே இரசாயனத்தின் பற்பல துறைகளிலும் விரைவான வளர்ச்சி ஏற்பட்டது. ஆராய்வதற்குரிய விசாலமான துறைகளைப் புதிய கருவிகள் பலகாலும் திறந்துவிடுவதுபோல், அகலத் திறந்துவிடும் மனக்கோள்கள் மனக்கோட் திட்டங்கள் ஆகியவற்றின் புரட்சிகரமான விளைவுகளுக்கு இதுவும் ஓர் உதாரணமாக இருக்கிறது. இந்த விஷயம் இரசாயனச் சரித்திரத்தில் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதிக்கு வாசகர்களைக் கொண்டு வந்துவிட்டது. ஆகையால், விஞ்ஞானத் துறையில் செய்யப்பட்டுவரும் மற்ற வேலைகளின் மாதிரிகைகளை விளக்கும்பொருட்டு வேறு சில விஞ்ஞானங்களையும் கவனிப்பதற்கு இது சரியான சமயம்.

அணு-மூலக்கூறுக் கோட்பாடு - atomic molecular theory.

உயிருள்ள அங்கஜீவிகளின் ஆராய்ச்சி: இயற்கைச் சரித்திரமும் பரிசோதனை உயிரியலும்

நான் இதுவரை பௌதிக விஞ்ஞானங்களை மட்டும் தான் சர்ச்சை செய்துவந்திருக்கிறேன், பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தைச் சர்ச்சை செய்யவில்லை என்று உயிரியல் ஆராய்ச்சியாளர் குறை சொல்லலாம். அவர் அப்படிக் குறை சொன்னால் அது நியாயம்தான். இந்த அத்தியாயமும் அடுத்த அத்தியாயமும் இந்தக் குறையை நீக்குவதற்கு எடுத்துக்கொண்ட முயற்சியே ஆகும். ஆனபோதிலும், இக்காலத்துப் பரிசோதனை-உயிரியல் நிபுணரும்கூட இரசாயனப் பிரச்சினைகளிலும் பௌதிகப் பிரச்சினைகளிலும் மிகவும் அதிகமாகக் கவலைகொள்ள வேண்டியிருக்கிறது. ஆதலால், உயிரியல் விஷயங்கள் விளங்க வேண்டுமானல், பௌதிக விஞ்ஞானங்களைப் பற்றி மிக நன்றாகத் தெரிந்து கொள்ளாவிட்டால் பிரயோஜனமே இல்லை. ஆராய்ச்சியாளர்களின் விஷயத்தில் இது முற்றும் உண்மை என்பது நிச்சயம். வெளியிலிருந்து நோக்குபவர்களின் விஷயத்திலும் இதன் உண்மை குறைவுபடாதது என்றே நான் நம்புகிறேன். ஒரு வைத்தியப் பள்ளிக்கூடத்திலோ, ஓர் ஆசுப்பத்திரியிலோ, அல்லது ஒரு விவசாயப் பண்ணையிலோ

உயிருள்ள அங்கஜீவி - living organism. இயற்கைச் சரித்திரம் - natural history. பரிசோதனை உயிரியல் - experimental biology.

உள்ள ஏதாவதொரு சோதனைச்சாலையைக் கவனியுங்கள். அங்கு வேலை செய்யும் ஆடவர் பெண்டிரோடு பேசிப் பாருங்கள். அப்போது ஓர் இரசாயனச் சோதனைச்சாலையிலோ அல்லது அணுவின் உட்கருப் பௌதிகச் சோதனைச் சாலையிலோ காணக்கூடியதற்கும் அங்கு நடப்பதற்கும் பேதம் கண்டுபிடிப்பது கஷ்டமாக இருக்கும்.

வாஸ்தவத்தில், இவைகளைப் பேதப்படுத்தும் முக்கியமான அம்சம் ஒன்று இருக்கிறது. அதாவது உயிரியல் சோதனைச்சாலையில் ஆராயப்படும் பிரச்சினையை விளக்கச் சொல்லிக் கேட்டால், ஓர் உயிருள்ள அங்கஜீவியைப் பற்றிய ஏதாவது ஒரு குறிப்பு வெளிப்படும். இதற்கு அநேகமாக யாதொரு விலக்கும் இராது. வாஸ்தவத்தில், அந்தச் சோதனைச்சாலையிலேயே அநேகமாகச் செடிகளோ பிராணிகளோ இருக்கும். அப்படியில்லாவிட்டாலும், நிச்சயமாக அந்தச் சோதனைச்சாலையின் அருகிலாவது அவை இருக்கும். ஒரு நோயாராய்ச்சி நிலையம், ஒரு செடி கொடிப் பாதுகாப்பில்லம், ஒரு பிராணியில்லம், அல்லது ஒரு பரிசோதனைப் பண்ணை ஆகியவை, நேர்முகமாகவோ மறைமுகமாகவோ, ஆராய்ச்சியாளரின் கவனத்துக்கு உரியவை ஆகும். ஓர் ஆராய்ச்சியாளர் தம்மைத் தாமே ஒரு நோயாராய்ச்சியாளர் என்றோ ஒரு வைத்திய விஞ்ஞானி என்றோ ஒரு தாவர-உடலியல் விஞ்ஞானி என்றோ ஓர் உயிரியல்-இரசாயனி என்றோ ஓர் உயிரியல்-பௌதிகர் என்றோ கூறிக்கொண்ட போதிலும், அவருடைய மனத்

இரசாயனச் சோதனைச்சாலை - chemical laboratory. அணுவின் உட்கருப் பௌதிகச் சோதனைச்சாலை - nuclear physics laboratory. நோயாராய்ச்சி நிலையம் - clinic. செடிகொடிப் பாதுகாப்பில்லம் - green-house. பிராணியில்லம் - animal house. பரிசோதனைப் பண்ணை - experimental farm. நேர்முகமாக - directly. மறைமுகமாக - indirectly. நோயாராய்ச்சியாளர் - clinician. வைத்திய விஞ்ஞானி - medical scientist. தாவர-உடலியல் விஞ்ஞானி - plant physiologist. உயிரியல் இரசாயனி - biochemist. உயிரியல் பௌதிகர் - biophysicist.

தில் எழும் எண்ணங்களின் போக்கு உயிருள்ள ஒரு வியக்தி யைக் குறித்து இருக்குமானால், அவர் செய்யும் வேலைகளைப் பரிசோதனை-உயிரியல் என்னும் பரந்த வர்க்கத்தில் அடக்கலாம். முன் அத்தியாயங்களில் விவரிக்கப்பட்ட பெரும்பான்மை ஆராய்ச்சி வகைகளும் விஞ்ஞான யுக்தி தந்திரங்களின் தத்துவங்களும் மிகப் பரந்ததாயும் மிக முக்கியமானதாயும் உள்ள இந்தத் துறையை விளக்க ஏற்றவையாகும். ஆனபோதிலும், இந்த ஆராய்ச்சித் துறை முழுவதிலும் விசேஷமாகத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டிய விஷயங்கள் வாசகர்களின் கவனத்துக்கு உரியவையாக இருக்கின்றன.

முதலாவதாக, ஒழுங்கான உயிரியலின் சரித்திர வளர்ச்சியைப் பரிசோதனை-உயிரியல் நிபுணரின் உழைப்போடு சம்பந்தப்படுத்தியே பார்க்கவேண்டும். இரண்டாவதாக, கவனமுறை-உயிரியல் என்று சொல்லக் கூடிய துறையில் இக்காலத்தில் செய்யப்படும் ஆராய்ச்சிகளில் கையாளப்படும் முறைகளை ஒட்டிப் பரிசீலனைகளைச் செய்ய வேண்டும். ஏனென்றால், அங்க-ஜீவிகளின் வாழ்க்கைச் சரித்திரத்தை விளக்குவதும், தாவரங்கள் பிராணிகள் ஆகியவை பூகோளப் பிரதேசங்களில் பரவியிருக்கும் தன்மையும், அவற்றை வகைபாடு செய்யும் திட்டங்களை இன்னும் நுட்பமாக அமைப்பதும் இந்நாளில் உயிரியல் ஆராய்வின் பெரும் பகுதிகளாக இருக்கின்றன. ஒழுங்கை வகுப்பவர்களும் இயற்கைச் சரித்திரத்தைக் கற்பவர்களும் பின்பற்றும் முறைகள் விவேக ரீதிச் செயல்களோடு மிகவும் நெருங்கிய சம்பந்தம் உடையவை என்று முதலில் தோன்

வியக்தி - entity. பரிசோதனை உயிரியல் - experimental biology. விஞ்ஞான யுக்தி தந்திரங்கள் - tactics and strategy of science. கவனமுறை உயிரியல் - observational biology. வகைபாடு செய்யும் திட்டங்கள் - schemes of classification. ஒழுங்கை வகுப்பவர்கள் - systematists. விவேகரீதிச் செயல்கள் - common-sense procedures.

றும். அவைகளைப் பார்த்தால், நாம் இதுவரை கவனித்து வந்திருக்கும் காரிய வகை வேறு, அவை வேறு என்று தோன்றும்படி இருக்கும். வாஸ்தவத்தில், இந்தத் துறைகளில் உழைத்துவரும் விஞ்ஞானிகளில் சிலர் நான் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிக் கூறிய வரையறையைக் குறைகூறலாம். விஞ்ஞானம் என்பது ஒழுங்குபடுத்திய அறிவு என்று வரையறை சொல்லுவதே சிறந்த வரையறை என்று அவர்களுக்குத் தோன்றலாம். ஆயினும், சமீபத்தில் வெளிவந்த **இயற்கைச் சரித்திரத்தின் இயல்பு** என்னும் புத்தகத்தில் மார்ஸ்டன் பேட்ஸ் என்பவர் 'வகைபாடு செய்தல் என்பது அடிப்படையில் ஒரு மனக்கோட் திட்டமேயாகும்' என்று சொல்லுகிறார். அதோடு ஒரு வகைபாட்டு முறையை விறைப்பாகவும், வளைந்து கொடுக்கக் கூடாததாகவும் செய்ய முயன்றால், அப்போது அம்முயற்சியே அதை விஞ்ஞானத் துறையிலிருந்து நீக்கிவிடும் என்கிறார். 'பரிசோதனை, கவனித்துக்குறித்தல் ஆகியவற்றின் விளைவாகத் தோன்றியவையாயும், புதிய பரிசோதனைகளையும் கவனக்குறிப்புக்களையும் விளைவிப்பவையாயும், ஒன்றோடொன்று தொடராக இணைந்தவையாயும் உள்ள மனக்கோள்களும் மனக்கோட் திட்டங்களுமே விஞ்ஞானம்' என்று கூறும் வரையறையானது உயிரியல் முழுவதையும் அதனுள் அடக்கும் அளவுக்குப் பரந்த வரையறை என்று இந்த உயிரியல் விற்பன்னர் ஒருவருக்காவது தோன்றியிருக்கிறது. ஆனபோதிலும், உயிரியல் பரிசோதனைகளில் காணப்படும் சில விசேஷங்களைக் கவனிக்கத் தொடங்கும் போது ஒரு கணம் நின்று நிதானமாகக் கவனித்து, நவீன

ஒழுங்குபடுத்திய அறிவு - systematised knowledge. இயற்கைச் சரித்திரத்தின் இயல்பு – *The Nature of Natural History*. மார்ஸ்டன் பேட்ஸ் - Marston Bates. வகைபாடு செய்தல் - classification. விறைப்பாக - rigid. வளைந்து கொடுக்கக் கூடாததாக - inflexible.

விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சியைப் பற்றி இந்நூலில் முன்னுல் கூறப்பட்ட சில விஷயங்களைச் சற்றே திருத்தம் செய்து கொள்வது நன்று.

பதினுறு, பதினேழாம் நூற்ருண்டுகளில் சிந்தனை, செயல் ஆகியவற்றின் மூன்று ஓடைகள் ஒன்ருக இணை சேர்ந்து நவீன விஞ்ஞானத்தை அமைத்தன (பக்கம் 82). அவைகளை நாம் தெரிந்துகொண்டபோது விவசாயத்தையும் வைத்தியத்தையும் பற்றி, போகிற போக்கில்தான், ஏதோ சிறிது சொல்லப்பட்டது. பழங்கால மரபில் வந்த 'வெட்டிப் பார்' பரிசோதனை முறையை உலோகத் தொழிலாளிகளின் மூலமாகவும், அவர்களை ஒத்த கம்மியர்களின் மூலமாகவும், விளக்குகிருேம். ஆயினும் செடிகளை வளர்ப்பதற்கும், வீட்டு வளர்ப்புப் பிராணிகளை நன்முறையில் இனம் பெருகச் செய்வதற்கும், நொதிக்கும் பானங்களைச் செய்வதற்கும், ரொட்டி சுடுவதற்கும், எல்லா வகையான உணவுப் பண்டங்களையும் தயார் செய்வதற்கும் பல நூற்ருண்டுகளாக அபிவிருத்தி செய்யப்பட்ட செயல்-முறைகள் தூய அனுபவ முறைகளுக்குச் சிறந்த உதாரணங்களாகும் என்பது தெளிவு. 'அனுபவ-அறிவை ஒட்டிய' என்னும் சொற்ருெடரை முன்பக்கத்தில் நான் வழங்கிய பொருளிலேயே ஜான் டின்டல் என்பவரும் தாம் 1876ல் செய்த பிரசங்கம் ஒன்றில் வழங்கியிருக்கிருர். அவர் அப்போது கூறியது உயிரியல் தோற்றங்களைப் பற்றி. 'இந்த வருஷம் வரையில், பீர் என்னும் பானத்தை இயற்றுவதில் காரணிகளாகச் செயல் புரியும் உறுப்புக்களைப்

பழங்கால மரபு - old tradition. வெட்டிப் பார் - cut-and-try. உலோகத் தொழிலாளிகள் - metal workers. கம்மியர்கள் - artisans. வீட்டு வளர்ப்புப் பிராணிகள் – domesticated animals. நன்முறையில் இனம் பெருகச் செய்தல் - breeding. நொதித்தல் – fermentation. அனுபவ அறிவை ஒட்டிய – empirical. ஜான் டின்டல் - John Tyndall. பீர் - beer. காரணிகள் – agencies.

பற்றியும் அதன் நன்னிலைக்கு அவசியமான நிலைமைகளைப் பற்றியும், அது உள்ளாகக் கூடிய நோய்கள் அவஸ்தைகள் முதலியவற்றைப் பற்றியும் முழுமையான விஞ்ஞான வரலாறு யாதொன்றும் ஒருகாலும் கூறப்படவில்லை. இது வரை சாராயம் காய்ச்சுபவருடைய கலையும் நடைமுறைச் செயலும் வைத்தியருடைய கலையையும் நடைமுறைச் செயலையும் ஒத்திருந்தன. அனுபவ-அறிவை ஒட்டிய கவனக்குறிப்பையே இரண்டும் அடிப்படையாகக் கொண்டவை அல்லவா? நான் இந்தச் சொல்லால் சுட்டுவது உண்மைகளைக் கவனித்துக் குறிப்பதையே யாகும்; அவ் உண்மைகளை விளக்குபவையாயும், அவைகளின் மீது மனத்துக்கு அறிவு-ரீதியான அதிகாரத்தை அளிப்பவையாயும் உள்ள தத்துவங்களை அன்று. வெற்றி கிடைப்பதற்கு வேண்டிய நிலைகளை மட்டும்—அவைகளின் காரணங்களை அன்று—சாராயம் காய்ச்சுபவர் நெடு நாளைய அனுபவத்திலிருந்து அறிந்துகொண்டார்.

உணவையும் பானங்களையும் தயார்செய்துவந்தவர்களின் நெடுங்கால அனுபவத்தோடு ஆதிக்கால உடலமைப்பு விற்பன்னர்கள், இயற்கை விஞ்ஞானிகள் ஆகியோரின் **அனுபவ-வாயிலான கவனக்குறிப்புக்களையும்** சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். ஆனபோதிலும், உயிருள்ள அங்கஜீவிகளின் அமைப்பையும் உறவுகளையும் பற்றிய இந்தக் கவனக்குறிப்புக்களின் விளைவாகத் தோன்றிய கருத்துக்களின் வளர்ச்சியில் ஏற்பட்ட மாறுதல்களைப் போல் அவ்வளவு மாறுதல்கள் காரியச் செயல்முறைகளில் ஏற்படவில்லை. ஆகையால், பரிசோதனை மரபின் தன்மைகளைப் பற்றி நாம் குறிப்பட்டதை மட்டும் திருத்திக்

நன்னிலை - health. சாராயம் காய்ச்சுபவர் - brewer. உண்மைகள் - facts. பரிசோதனை மரபு - experimental tradition.

கொள்ள வழிதேடினால் போதாது; மானதக் கற்பனைக் கருத்துக்கள் என்றும், ஊகமுறை-அனுமானம் என்றும் கூறப்படும் இரண்டு சிந்தனைப் பிரவாகங்களின் தன்மைகளைப் பற்றி நாம் குறிப்பிட்டதையும் திருத்திக்கொள்ள வழிதேட வேண்டும்.

பண்டைக்காலத்திலும் மத்தியகாலத்திலும், பிராணிகளையும் தாவரங்களையும் வகைபாடு செய்வதும் பற்பல வகைகளின் அமைப்பைப் பற்றி வர்ணிப்பதும் புலமை மரபின் முக்கியப்பகுதிகளாக இருந்தன. தர்க்க ரீதியான செயல்முறைகளின் மூலம் பொதுப்பட்ட கருத்துக்களைக் கையாளுவதால் வகைபாடு செய்வதற்குரிய திட்டங்கள் எப்படிக் கிடைக்கின்றன என்பதைக் காட்டுவதற்கு இயற்கைச் சரித்திரத்தைப் பற்றி அரிஸ்டாட்டில் எழுதியவை, நெடுங்காலமாக, மாதிரிகைகளாக உதவி வந்தன. அரிஸ்டாட்டில் இயற்கையை மிகவும் ஜாக்கிரதையாகக் கவனித்துக் குறித்தவர். மகோன்னதமான திறமை பொருந்திய தர்க்க நிபுணர். இயற்கைச் சரித்திரத்தைப் பற்றி அவர் கூறிய விவரணங்களில் சிலவற்றைப் பற்றிச் சந்தேகம் எழத் தொடங்கிய பின்பும், அவர் வகுத்த முறைகளின் ஆதிக்கம் வலிமையுள்ளதாகவே இருந்தது. உயிரியல் விஞ்ஞானங்களைச் சீராக உற்று நோக்குவதற்கு ஏற்றவைகளாக்க வேண்டுமானால், 'ஊகமுறை அனுமானம்' என்று நான் குறிப்பிட்ட சிந்தனை முறையை விரிவாக்கி, வர்க்கங்கள், வகுப்புக்கள் என்னும் தர்க்க முறையையும் உள்ளடக்கியாக வேண்டும்.

மானதக் கற்பனைக் கருத்துக்கள் - speculative ideas. ஊகமுறை அனுமானம் - deductive reasoning. புலமை மரபு - learned tradition. தர்க்க ரீதியான செயல் முறைகள் - logical processes. வகைபாடு செய்வதற்குரிய— classificatory. அரிஸ்டாட்டில் - Aristotle. வர்க்கங்கள் - categories வகுப்புக்கள் - classes.

ஒப்புநோக்கும்போது, இந்தத் திருத்தங்களை அற்ப மானவை என்று சொல்வதே பொருந்தும். ஆயினும் இவைகளைச் செய்துகொண்டால் பதினாறும், பதினேழாம் நூற்றாண்டு நவீன விஞ்ஞானத்தின் உற்பத்தியைப் பற்றி நான் கூறிய பொது வர்ணனை பௌதிக விஞ்ஞானங் களுக்குப் பொருந்துவது போலவே, உயிரியல் விஞ்ஞானங் களுக்கும் பொருத்தமாக இருக்கும் என்று தோன்றுகிறது. இந்தப் புதிய மனக்கோள்கள் பரிசோதனைகளோடு சம்பந்தப்படுவதற்குப் பதிலாகப் பெரும்பாலும் கவனக் குறிப்புக்களோடு சம்பந்தப்பட்டிருந்தன. அமைப்பையும் உறவையும் பற்றிய வர்ணனைகளை இன்னும் நன்றாக்கும் பொருட்டு இந்தப் பொதுக் கருத்துக்கள் அபிவிருத்தி செய்யப்பட்டன.

அப்படியிருந்தபோதிலும், உயிரியல் விஞ்ஞானச் சரித்திரத்துக்கும் பௌதிக விஞ்ஞானச் சரித்திரத்துக்கும் ஒரு மிகவும் முக்கியமான விஷயத்தில் வித்தியாசம் இருக்கிறது. பௌதிக விஞ்ஞானி பரிசோதனை முறை என்னும் செயற்கை உலகத்துக்குள்ளே உள்ளடங்கி இருப்பதுபோல், உயிரியல் விஞ்ஞானியால் அப்படி உள்ளடங்கி இருக்க முடிவதில்லை. மானிடச் செயல்களால் இயற்றப்பட்ட பொருள்களைக் கொண்டு அவர் பரி சோதனை செய்யக்கூடிய அளவானது அயல் விஞ்ஞானங் களாகிய பௌதிக விஞ்ஞானங்களில் வேலை செய்வோரால் செய்யக்கூடிய அளவைக் காட்டிலும் மிகக் குறைவாகவே இருக்கிறது. விவேக ரீதிப்படி கவனிக்கவேண்டிய விஷயங்களும், நடைமுறைப் பிரச்சினைகளும் எப்போதும் ஒன்றையொன்று அடுத்தடுத்தே இருக்கின்றன. வரை யறைப்படி அவருடைய வேலையின் வரம்பு (சில

மானிடச் செயல்களால் இயற்றப்பட்ட பொருள்கள் – artifacts.

பிரச்சினைகளை விளக்குவதற்கு அவர் இறந்த பிராணிகளைப் பரீட்சித்து வந்தாலும் கூட) உயிருள்ள அங்கஜீவிகளோடு நின்றுவிடுகிறது. அப்படியென்றால், இயற்கை அளிக்கும் பொருள்களைக் கொண்டுதான் அவர் செயல் புரிந்தாக வேண்டியிருக்கிறது. தத்துவஞான முறையில் கூர்ந்து பரிசீலித்தாராய்வதாயிருந்தால், நான் காட்டும் பேதம் மேல் வாரியாக உள்ளதே தவிர, உண்மையில் உள்ளதன்று என்று தெரியவரலாம். ஏனென்றால் 'முன்னால் ஒரு நாளும் இருந்திராத செயற்கைக் கூட்டுப் பொருள்களை இரசாயனிகள் மிக ஏராளமாகச் சிருஷ்டித்துவரும்போதும் கூட, அவர்கள் செய்வதெல்லாம் இயற்கையால் அளிக்கப் பட்ட பொருள்களின் சேர்க்கைகளைக் கலைத்து மாற்றி அடுக்குவதுதானே?' என்று சொல்லலாம், அல்லவா? இக்காலத்தில் புதிய மூலகங்களை இயற்றியுள்ள பௌதிகர்களும் பொருள்களில் இயற்கையாகவே உள்ளடங்கிக் கிடப்பவைகளைத் தெரிந்து பயன்படுத்துகிறார்களேயன்றி, அவர்கள் வேறொன்றும் செய்யவில்லை என்றும் கருதலாம். ஆயினும், சரித்திர நோக்காக இவ்விஷயத்தைப் பார்த்தால், இரண்டுக்கும் ஒரு முக்கியமான வித்தியாசம் இருக்கிறது என்று நான் ஓங்கிச் சொல்லுவேன். உயிரியல் நிபுணர் 'விஞ்ஞானத்தை விஞ்ஞானத்தின் பொருட்டாகவே' எவ்வளவு அதிகமாய்ப் பயில விரும்பினாலுமே, உயிருள்ள வியக்திகளின் மீதே அவருக்கு அதிக அக்கறை இருக்க முடியும். இந்த வியக்திகளே மானுட இனத்தின் லௌகிக நலத்துக்கு முதன்மையான முக்கியத்துவம் உள்ளவை. இந்தக் காரணத்தால், உயிரியல் ஒரு விஞ்ஞானமாக அபிவிருத்தியடையும்பொழுது, பௌதிகத்திலும் இர

செயற்கைக் கூட்டுப் பொருள்கள் - synthetic compounds. விஞ்ஞானத்தை விஞ்ஞானத்தின் பொருட்டாகவே - science for its own sake. உயிருள்ள வியக்திகள் - living entities.

சாயனத்திலும் நெடுங்காலம் வரை இருந்ததுபோல், கோட்பாட்டுக்கும் காரியத்துக்கும் இடையே அவ்வளவு பிரிவுபட்ட நிலை இருந்துவர முடியாது. பதினெட்டாம் நூற்றூண்டின் முதற் பகுதியில் வாழ்ந்த மக்களின் நடை முறைக் காரியங்களில் மாலுமிகளைத் தவிர வேறு எவரும் பௌதிக விஞ்ஞானத்தில் ஏற்பட்ட நவீன முன்னேற்றங் களை அதிகம் பயன்படுத்திக்கொண்டு சௌகரியங்களை அடையவில்லை. அரசாங்க சங்கத்தின் ஸ்தாபகர்கள் தாங்கள் விஞ்ஞானத்தைப் பயன்படச் செய்யவேண்டும் என்று எவ்வளவோ முயன்றபோதிலும் அவர்களுக்குக் கிடைத்த வெற்றி மிகக் குறைவாகவே இருந்தது.

1550-1850 என்னும் காலத்தில் பௌதிக விஞ்ஞானங்களுக்கும் உயிரியல் விஞ்ஞானங்களுக்கும் இடையே இருப்பதாக நான் காட்டும் வேற்றுமை இதுதான்: பௌதிக விஞ்ஞானங்கள் என்பவை மேன் மேலும் அதிக அளவில் கோட்பாடும் தூய்மையும் மிகுந்து வருவதாயும், செயல் முறையிலிருந்து பெரும்பான்மையும் பிரிவுபட்டதாயும் உள்ள ஒரு விஞ்ஞானத் தொகுதி. உயிரியல் விஞ்ஞானங்கள் என்பவைகளோ செயல்முறைக் காரியக் கருத்துக்களோடு நெருங்கப் பிணைக்கப்பட்டவை; நிரந்தரமாகக் கொள்ளப்பட்ட அனுபவ-வாயிலான முயற்சி களை உடையவை. இவை இரண்டும் எதிரிடைத் தன்மை யானவை. முறைபடு-உயிரியல் கணிதக் கலப்பு அற்றது; அதில் வழங்கிவரும் மனக்கோள்களும் நமது நித்திய வாழ்க்கையில் காணப்படுபவை போன்றவை. உயிரியல் விஞ்ஞானங்களின் வளர்ச்சியை அவற்றில் திரட்டப்பட்ட செய்திகளைக் கொண்டு பெரும்பான்மையும் அளவிடக்

மாலுமி - navigator. அரசாங்க சங்கத்தின் ஸ்தாபகர்கள் - Founders of the Royal Society. முறைபடு உயிரியல் - systematic biology.

கூடும். அப்படிப்பட்ட விஞ்ஞானங்களின் வளர்ச்சியில் பரந்த காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகளும் சிறப்பியல்புள்ள மனக்கோள்களும் பத்தொன்பதாவது நூற்றாண்டுவரை மிகச் சிறு பங்கே கொண்டவையாய் இருந்தன. ஆன போதிலும், அனுபவ-வாயிலான கவனக்குறிப்புக்களின் தொகுதியை முறைப்படுத்துவதானது பெரிதும் மதிக்கப் பட்டது. மற்றெல்லாவற்றைக் காட்டிலும் மக்களுக்கு உயிரியலே முக்கியமானது என்னும் அடிப்படை விஷயமே இதற்குக் காரணம். நோயும் சாக்காடும் மக்களின் எண்ணங்களை விட்டு நெடுந்தூரம் அப்பால் செல்வதே கிடையாது. கற்றறி புலமையுடைய உத்தியோகங்களில் அநேகமாக வைத்தியமே மிகப் பழமையானதாக இருக்கக் கூடும். ஆகையால், மறுமலர்ச்சிக் காலத்தில் தாமே நேராகக் கவனித்துக் குறிப்பதில் மீண்டும் ஒரு புதிய கவர்ச்சி ஏற்பட்டபோது, வைத்தியப் பள்ளிக்கூடங்களே புதிய விஞ்ஞானத்தின் நடுநிலைகளாக ஆயின. பதினாறும் நூற்றாண்டில் பாதுவாவில் இருந்த பேராசிரியர்கள் மனித உடலின் அமைப்பைத் துருவி ஆராய்ந்தார்கள். தாங்கள் காணும் விஷயங்களை வைத்தியத் தொழிலை நடத்துவதோடு சம்பந்தப்படுத்தலாம் என்ற நம்பிக்கையால்தான் அவர்கள் இவ்வாறு செய்துவந்தார்கள். 1600ல் கலிலீயோ பாதுவா கலாசாலையில் பேராசிரியராக இருந்தபோது, அங்கு வில்லியம் ஹார்வியும், பப்ரிஷியஸ்ஸூம் உடல்-அமைப்பை ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தார்கள் என்பது கவனிக்கத்தக்கது.

1628ல் ஹார்வி இரத்த ஓட்டத்தைக் கண்டுபிடித்தது விஞ்ஞானச் சரித்திரத்திலே கவனத்தைக் கவரும் ஒரு

பரந்த காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள் - broad working hypotheses. மறுமலர்ச்சிக் காலம் - renaissance. நடுநிலைகள் - centres. பாதுவா - Padua. கலிலீயோ - Galileo. வில்லியம் ஹார்வி - William Harvey. பப்ரிஷியஸ் - Fabricius.

விசேஷமான நிகழ்ச்சி. இரத்தம் என்பது **சுற்றிவரும் இயல்புள்ள** ஒரு பாய்பொருள் என்னும் புதிய மனக்கோள் அவருடைய கவனக்குறிப்புக்களிலிருந்தும், பரிசோதனைகளிலிருந்தும் தோன்றியது. இது அளவு கடந்த பயன் விளைவிப்பதாக இருந்திருக்கிறது என்பதில் சந்தேகமில்லை. மனக்கோள் என்னும் சொல்லை நான் இங்கு வழங்கியிருப்பதை, போகிற போக்கில், சற்று கவனிக்கலாம். இரத்த ஓட்டம் ஒரு மனக்கோள் அன்று; அது ஓர் 'உண்மை' ஆயிற்றே என்று வாசகர்களுக்குச் சொல்லத் தோன்றலாம். ஆனபோதிலும், அந்தக் கருத்தை முதலில் எடுத்துக் கூறியபோது 'காற்றுக் கடல்' என்னும் கருத்து என்பது எப்படி ஒரு மனக்கோளாக இருந்ததோ அது போலவே, இரத்த ஓட்டம் என்பதும் ஒரு புதிய மனக்கோளாகத்தான் இருந்தது. கற்பிதக் கொள்கைகள், மனக்கோள்கள், 'உண்மை விஷயங்கள்' ஆகியவைகளுக்கு இடையே உள்ள வித்தியாசத்தைக் காண முயல்வதிலுள்ள தொல்லைகளைப் பற்றி நான் முந்திய அத்தியாயம் ஒன்றில் சொன்னேன். ஆதலால் அதை இங்கே திரும்பவும் கூற வேண்டியதில்லை. இருதயத்தைப் போன்ற பிராணி உறுப்பு ஒன்றின் செயலைப் பற்றிய மனக்கோளானது 'காற்றுக் கடல்' என்னும் மனக்கோளை விடத் பொதுத்தன்மையிலும் தூய்மையிலும், சந்தேகமில்லாமல், மிகக் குறைவுபட்டது. இவ்விரண்டும் 'அணுக் கோட்பாடு' என்னும் மனக்கோட் திட்டத்தையோ அல்லது 'கலோரிகப் பாய்பொருள்' என்னும் மனக்கோளையோ விட விவேக ரீதிக்

இரத்தம் ஓட்டம் - circulation of blood. பாய்பொருள் - fluid. சுற்றிவரும் இயல்புள்ள - circulatory. உண்மை - fact. காற்றுக் கடல் - sea of air. இருதயம் - heart. உறுப்பு - organ. தூய்மை - abstract. அணுக் கோட்பாடு - atomic theory. கலோரிகப் பாய்பொருள் – caloric fluid. **விவேகரீதிக் கருத்துக்கள்** - common sense ideas.

கருத்துக்களுக்கு அதிகம் நெருங்கியவை. ஆனால், ஹார்வியும் தமக்குச் சமகாலத்தவரான பாஸ்கலைப் போலவே, அனுபவ வாயிலான கவனக்குறிப்பு, பரிசோதனை ஆகியவற்றின் மரபைப் பின்பற்றி வந்தவர். அவற்றோடு பொதுத் தத்துவங்களிலும் கவர்ச்சியுடையவராகவும் இருந்து, அவை இரண்டையும் ஒன்றாக இணைத்தும் வந்தவர். பாதுவா நகர உடலமைப்பு நிபுணர்களிடம் காணப்பட்ட துல்லியமான கவனக்குறிப்பு அவரிடமும் காணப்பட்டது. மிகவும் முக்கியமான பொதுக் கூற்றுக்களை அவர் கூறுவதற்கு அது அனுகூலமாக உதவிற்று. அவருடைய முடிவுகள் பண்பியல் தன்மையுடையவையாயும் தோராயமாகக்கூட கணித வடிவத்தில் கூறமுடியாதவையாயும் இருந்தன. ஆனபோதிலும், பௌதிக விஞ்ஞானத்தில் அக்காலத்தில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றத்தோடும் அபிவிருத்தியோடும் அவற்றுக்கு இருந்த தொடர்பை எவருமே மறுக்க முடியாது.

பதினேழாம் நூற்றாண்டின் நடுப் பகுதியிலேயே உயிரியல் துறையில் பரிசோதனை முறை உட்புகுந்துவிட்டதற்கு மற்றுமோர் உதாரணமாகச் 'சுயப்பிறவி' என்னும் விஷயத்துக்கு விளக்கம் அளிக்கும் பொருட்டு அமைக்கப்பட்ட பரிசோதனைகளைச் சொல்லலாம். முந்திய அத்தியாயங்களில் கூறப்பட்ட பிளாரன்ஸ் நகரத்துப் புகழ்பெற்ற அக்கடமியா டெல் சிமெண்டோவின் அங்கத்தினரான பிரான்ஸெஸ்கோ ரேடி என்பவர் தம் காலத்துப் பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தில் அக்கறை காட்டிய ஒரு

பாஸ்கல் - Pascal. மரபு - tradition. பாதுவா - Padua. உடலமைப்பு நிபுணர்கள் - anatomists. துல்லியமான கவனக் குறிப்பு - observational accuracy. பண்பியல்தன்மை - qualitative. கணிதவடிவம் - mathematical form. சுயப்பிறவி - spontaneous generation. பிளரென்ஸ் - Florence. அக்கடமியா டெல் சிமெண்டோ - Accademia del Cimento. பிரான்சிஸ்கோ ரேடி - Francisco Redi.

வைத்தியர். அழுகி வரும் தசையில் காணப்படும் சிலவகை அங்கஜீவிகள் சுயமாகவே உற்பவிக்கின்றனவா என்னும் ஒரு பொதுவான, ஆகையால் விஞ்ஞான ரீதியான, வினவுக்கு விடை காணும் முயற்சியின் நிமித்தம் மிகவும் ஜாக்கிரதையான கவனக்குறிப்பையும் 'வெட்டிப் பார்' பரிசோதனை முறையையும் அவர் ஒன்றாக இணைத்தார். ஆயினும், ரேடியின் பரிசோதனைகளைப் பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் கவனிப்பதுதான் சரி.

'கவனக்குறிப்பு உயிரியல்' என்று கூறத்தகும் என நான் கருதும் இந்த விஷயத்தைப் பற்றிய இந்தச் சுருக்கமான மேல்பார்வையைச் சற்றே தொடர்ந்து நடத்துவோம். மக்கட் சரித்திரத்தின் ஆதிக் காலத்திலேயே தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் வகைபாடு செய்ய எத்தனையோ வகையான திட்டங்கள் தோன்றியிருக்க வேண்டும். அதைப் போலவே, விவசாயத்தின் மூலமாக வாழ்க்கையை நடத்தி வந்தவர்களுக்குத் தாவரங்களையும் விதைகளையும் தனித்தனியாக வேறுபடுத்தித் தெரிந்துகொள்வதற்குரிய விதிகளும் அவசியமாக இருந்திருக்கவேண்டும். ஆகவே, சரித்திரத்தின் அருணோதய காலத்தில் உயிரியலின் தோற்றங்களைப் பற்றிய கவனக்குறிப்புக்களை அடிப்படையாகக் கொண்ட மிகப் பெரிய அறிவு நிதி ஒன்று ஆதி மனிதர்களின் வசம் இருந்திருக்கவேண்டும். இந்தக் கலாசாரப் புதையல் அவருடைய வாழ்க்கைக்கு எதார்த்தமாகவே ஜீவாதாரமானது. அப்படியிருந்தபோதிலும், இந்தச் செய்திக் களஞ்சியத்தை விஞ்ஞான அறிவு என்று கூறுவது நியாயமாகாது. வெறும் அனுபவ வாயிலான எடுகோள்களை அணிவகுத்த ஒரு தொகுதி என்றே அதை நான்

அழுகிவரும் - putrefying. அங்கஜீவிகள் - organisms. சுயமாகவே - spontaneously. வெட்டிப் பார் - cut-and-try. கவனக் குறிப்பு உயிரியல் - observational biology. வகைபாடு செய் - classify. கலாசாரம் - culture.

சொல்வேன். ஆனால், தத்துவ மனம் படைத்த அறிஞர்களுக்கு உயிருள்ள இயற்கையில் கவர்ச்சி உண்டாகிய போது, நடைமுறையில் கிடைத்த இந்தச் செய்தித் தொகுதியானது பகுத்தாராய்வுக்கும் கற்பனைச் சிந்தனைக்கும் விஷயமாக ஆயிற்று. இந்தத் திட்டத்தில் ஓர் ஒழுங்கு ஏற்பட்டது. முறைப்படுத்தியதான அறிவை விருத்தி செய்யும் நிமித்தமே இயற்கையைக் கவனித்துக் குறிப்பதிலும் ஒரு கவர்ச்சி தோன்றிற்று. மத்திய காலம் வரையிலும் பிராணிகளின் உடல் வடிவ அமைப்புக்களிலும் பழக்கவழக்கங்களிலும் அரிஸ்டாட்டில் சொல்லியவையே பிரமாணமாக இருந்தன. மனித உடல்-அமைப்பு நூலிலும் உடலியலிலும் அதை ஒத்த பதவியைக் கேலன் என்பவர் வகித்தார். அவர்கள் இருவரும் எழுதியவை விஞ்ஞான ரீதியானவைகளா? அப்படியானால், முறைபாட்டு-உயிரியல் விஞ்ஞானம் என்று ஆனது எப்போது? அப்படியில்லையானால், பாதுவா நகர உயிரியல் நிபுணர்களின் வரிசையில் கடைசியாகத் தோன்றியவரும் ஹார்வியின் குருவுமான பப்ரிஷியஸ் எழுதியவை விஞ்ஞான ரீதியானவை அல்ல என்று நாம் ஒதுக்கிவிடலாமா?

இப்பேர்ப்பட்ட வினாக்களைப் பலநாள் விவாதிக்கலாம்; அதனால் யாதொரு பயனும் விளையப் போவதில்லை. விஞ்ஞானத்துக்கும் கைத்தொழிலுக்கும் உள்ள உறவைப் பகுத்தாராயும்பொழுது பயனளித்துள்ள ஒரு கருத்தை இங்கும் கொணர்ந்தால், உயிர் நூலின் சரித்திரத்தைப் பரிசீலனை செய்வதில் இதைக் காட்டிலும் அது அதிகப்

கற்பனைச் சிந்தனை - speculation. ஒழுங்கு - order. அரிஸ்டாட்டில் - Aristotle. பிரமாணம் - authority. உடல்வடிவ அமைப்பு - morphology, மனித உடலமைப்பு நூல் - human anatomy. உடலியல் - physiology. கேலன் - Galen. (கி. பி. இரண்டாம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த புகழ்பெற்ற ரோமநாட்டு வைத்தியர்). முறைபாட்டு உயிரியல் - systematic biology. பப்ரிஷியஸ் - Fabricius.

பயன் விளைவிக்கக்கூடிய முறையாக இருக்கும் என்று நான் சொல்லுவேன். ஏதோ ஒரு காலத்தில் குறிப்பிட்ட நடை முறைக் கலையில் காணப்படும் 'அனுபவ அறிவின் அளவை'ப் பற்றிப் பேசுவதும், தூய விஞ்ஞானத் துறையிலும் அதே சொற்றொடரை வழங்குவதும் சௌகரியமாயிருக்கும் என்பது நினைவிருக்கலாம் (பக்கம் 102, 107). எடுகோள் தொகுதியிலும் இதே அடிப்படைக் கருத்தை உபயோகிக்கலாம். வகைபாடு செய்வதற்கு உதவும் ஒரு சட்டகத்தை அமைப்பதற்காகப் பொதுக் கருத்துக்களையும் விசேஷ மனக்கோள்களையும் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு புகுத்துகிறோமோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு அனுபவ அறிவின் அளவு குறைக்கப்படும். ஆனால் அந்த வகைபாட்டுக்குப் புறம்பாக இருக்கும் இன்னும் விசாலமானவையும் தூயவையுமான கருத்துக்களைப் பற்றிய குறிப்புக்கள் நமக்கு இருந்தாலன்றி, அப்படி முறைபாடு செய்த அறிவானது மிகவும் அனுபவ-வாயிலானது என்றே நாம் கருதவேண்டும்.

விவாதிக்கப்படும் இந்த விஷயத்துக்கு உதாரணம் காட்டும் பொருட்டு, உயிருள்ள இயற்கையை ஒரு கணம் விட்டுவிட்டு, உயிரற்ற இயற்கையைச் சற்று கவனிப்போம். இப்போது தாதுப்பொருட் கலை என்றும், பாறையமைப்புக் கலை என்றும், கூறப்படுபவை பாறைகளையும் மண்களையும் வகைபாடு செய்த மிகப் பழைய பண்படாத் திட்டங்களிலிருந்து வளர்ந்தவை. சுரங்க வேலைக்கும் உலோகத் தொழிலுக்கும் இவ்வகைச் செய்திகள் மிக அவசியமாக வேண்டியிருந்தன. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுச் சுரங்க நூல்களைப் பார்த்தால், அவைகளில் காணப்படும் செய்திகள் பெரும்பான்மையும் அனுபவ அறிவை ஒட்டியவை என்ப

கருத்து - notion. சட்டகம் - framework. தாதுப்பொருட் கலை - mineralogy. பாறையமைப்புக் கலை - petrography. சுரங்கவேலை - mining. உலோகத் தொழில் - metallurgy.

தும், ஆயினும் உலோகங்களை இயற்றுபவர்களுக்கு மிகவும் பிரயோஜனமாக உள்ளவை என்பதும் தெரியும். பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுப் பிற்பகுதியில் தோன்றிய இரசாயனப் புரட்சிக்குப் பிறகுதான் தாதுப்பொருட் கலையைத் தர்க்க ரீதியான ஆதாரத்தின் மீது நியாயமான முறையில் அமைக்க முடிந்தது. வாஸ்தவத்தில், அணுக் கோட்பாட்டை மிகவும் பயன்படுத்திய பெர்ஸீலியஸ் என்னும் இரசாயனி தாதுப்பொருட் கலையை உண்மையாகவே ஒரு விஞ்ஞானமாக ஆக்க வேண்டும் என்னும் நோக்கம் கொண்டே அந்தக் கலையைத் தாக்கினார். தாதுப்பொருள்-உலகத்தை (அதாவது தாதுப்பொருள்கள் அனைத்தும் அடங்கிய தொகுதியை) இரசாயன பௌதிக மனக்கோள்கள், மனக்கோட் திட்டங்கள் ஆகியவற்றின் மூலமாக நெடுங்காலமாக வகைபாடு செய்துவந்த காரணத்தால், ஆதிக்காலத் தாதுப் பொருட் கலை முற்றும் அனுபவ வாயிலானது என்று அதை ஒதுக்கிவிடத் தயாராயிருக்கிறோம். ஆயினும், பதினேழாம், பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுப் புத்தகங்களிலும் மூலாங்கமான மனக்கோள்களும் பொதுக் கருத்துக்களும் காணப்படுகின்றன. ஆகையால், இரசாயனப் புரட்சியாலும், அணுக் கோட்பாடு தோன்றியதாலும் அனுபவ அறிவு மிகவும் குறைவுபடுவதற்கு முன்பாகவே தாதுப்பொருட் கலையில் காணப்பட்ட அவ்வகை அறிவின் அளவில் ஒரு சிறிது குறைவு ஏற்பட்டது என்பதையும் நாம் காணுகிறோம்.

முறைபாட்டு-உயிரியலுக்கு 1850ல் இருந்த ஒரு பதவி தாதுப்பொருட் கலைக்கு 1750ல் இருந்த பதவியோடு ஒருவாறு ஒப்பிடக் கூடியது என்று சொல்வது

இரசாயனப் புரட்சி - chemical revolution. **பெர்ஸீலியஸ்** - Berzelius. **மூலாங்கமான** - rudimentary. **முறைபாட்டு** – systematic.

நியாயமாக இருக்கலாம். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் பரிணாமக் கற்பிதக் கொள்கை தோன்றியதும் இருபதாம் நூற்றாண்டில் பரம்பரை யாராய்ச்சிக் கலையில் ஏற்பட்ட விரைவான முன்னேற்றமுமாகச் சேர்ந்து முறைபாட்டு-உயிரியலின் நிலையை மிகவும் மாற்றிவிட்டபோதிலும் கூட, அணுக் கோட்பாட்டின் தாக்கை ஒத்த ஏதாவதொரு மகத்தான தாக்கு அந்தத் துறையில் உறைத்திருக்கிறதா என்பதைப் பற்றி நமக்கு இந்நாளிலும் கூடச் சந்தேகம் தான். இப்பொழுது முறைபாட்டு-உயிரியலிலும், தாவரங்கள் பிராணிகள் ஆகியவற்றின் ஜீவ-சரிதங்களையும் உறவுகளையும் ஆராய்வதிலும், தங்களுடைய வாழ்நாளை அர்ப்பணம் செய்திருப்பவர்கள் பலர் அனுபவ அறிவின் அளவு அதிகமாக உள்ள ஒரு துறையில் வேலைசெய்து வருகிறார்கள் என்பதைப் பற்றி ஒருவரும் சந்தேகப்பட மாட்டார்கள். ஆயினும், உலர்-தாவரக் காட்சிச்சாலைகளிலும், பொருட் காட்சிச்சாலைகளிலும் வைத்துள்ள மாதிரிப் பொருள்கள் எடுத்துக்காட்டுபவையாயும், உயிரியல் புத்தகங்களிலும் விலங்கியல் புத்தகங்களிலும் குறிக்கப்பட்டவையாயும் உள்ள அனுபவ வாயிலான கவனக்குறிப்புக்களின் தொகுதியோடு இன்னும் பல செய்திகளைச் சேர்ப்பது முக்கியம் என்பதைப் பற்றிச் சில காலத்துக்கு முன்வரை எவருக்கும் சந்தேகமே இருந்ததில்லை.

பெரும்பான்மையும் அனுபவ அறிவுத் துறையாகவே இருந்துவரும் ஓர் முயற்சித் துறையில் இவ்வாறு தொடர்ந்த கவர்ச்சி இருந்துவருவதற்குக் காரணம் நடைமுறை விஷயங்களையும் மன-உணர்ச்சி விஷயங்களையும் பொறுத்தது என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. உண்மை

உலர் - தாவரக் காட்சிச்சாலை - herbarium. பொருட் காட்சிச்சாலை - museum. மாதிரிப் பொருள் - specimen. உயிரியல் – biology. விலங்கியல் - zoology. மன-உணர்ச்சி - sentimental.

களைப் பற்றிய செய்திகள் முக்கியமானவை என்று கருதப் பட்டால், எந்த வகைபாட்டுத் திட்டமும், அது எவ்வளவு காரணமின்றி வகுக்கப்பட்ட திட்டமாயிருந்தபோதிலும், திட்டமே இல்லாமல் இருப்பதை விட மேலானது. இயற்கைச் சரித்திரம் முறைபாட்டு-உயிரியல் ஆகியவற்றின் வளர்ச்சிக்கு முக்கியத் தூண்டுகோலாக இருந்தது உயிருள்ள அங்கஜீவிகளைப் பற்றியதான ஆழ்ந்த அக்கறைதான் என்று தோன்றுகிறது. விவசாயம், வைத்தியம் ஆகியவற்றி லிருந்து தோன்றும் நடைமுறைக் காரணங்களை நாம் ஏற்கெனவே கவனித்தாய்விட்டது. இவற்றுக்கெல்லாம் மேலாக இன்னும் ஒரு காரணம் இருக்கிறது. உயிரற்ற உலகத்தைக் காட்டிலும் உயிருள்ள உலகத்தைப் பற்றித் தங்களுக்கு அதிகச் சம்பந்தம் இருப்பதாக மக்கள் எண்ணு கிறார்கள். இரசாயன அறிவில்லாமல் தாதுப்பொருள்களை வகைபாடு செய்ய முயல்வதைக் காட்டிலும் தாவரங் களுக்கும் பிராணிகளுக்கும் உள்ள உறவைப் பற்றிச் சிந்திப்பது ஏதோ ஒரு மிக முக்கியமான காரியத்தைச் செய்வதுபோல் அவர்களுக்குத் தோன்றுகிறது. அதுவு மன்றி, விவேக ரீதியான கவனக்குறிப்புக்களும் மனக் கோள்களும் தாதுப்பொருள்களைப் பற்றிய செய்திகளைவிட உயிருள்ள அங்கஜீவிகளைப் பற்றிய செய்திகளை அதிக அளவில் அளிக்கின்றன. எது எப்படி இருந்தாலும், மறுமலர்ச்சிக் காலம் முதலே, நாடு தேடிகளும் இயற்கை விற்பன்னர்களும் ஒன்றுசேர்ந்து, உலகத்தில் எல்லாப் பிரதேசங்களிலுமிருந்து தாவரங்களைக் கொண்டுவந்து, காட்சிச்சாலைகளை நிரப்பியிருக்கிறார்கள். இந்த ஆதிக்கால உயிரியல் விற்பன்னர்களின் விஞ்ஞானத் துறைச் சந்ததி

காரணமின்றி - arbitrary. அங்கஜீவி-organism. நாடுதேடி-explorer. இயற்கை விற்பன்னர் - naturalist.

களின் செயல்கள் இக்காலம் வரையிலும் தொடர்ந்து நடந்துவந்திருக்கின்றன.

பதினேழாம் நூற்றாண்டில் மைக்ரோஸ்கோப்பு கண்டு பிடிக்கப்பட்டதும், உள்ளூரத் தேடுவதற்குரிய ஒரு புதிய உலகம் முழுதுமே திறந்துவிடப்பட்டது. பத்தொன் பதாம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் அந்தக் கருவியில் ஏற்பட்ட திருத்தத்தினால் ஆராய்வதற்குரிய துறை இன் னும் விரிவடைந்தது. சூக்கும-அங்கஜீவிகளின் வாழ்க்கைச் சரிதத்தை ஆராய்வது அதனால் சாத்தியமாயிற்று. சுயப் பிறவியைப் பற்றிய விவாதத்தில் இந்தக் காரியம் எவ்வகை யான பொருத்தமுடையது என்பது இன்னும் சிறிது பொழுதில் தெரியும். மேலும், தாவரத் திசுக்கள் பிராணித் திசுக்கள் ஆகியவற்றின் அமைப்பை நன்கு ஆராய்வதைத் திருத்தம் பெற்ற மைக்ரோஸ்கோப்பு சாத்தியமாக்கிற்று. சூக்கும-உடலமைப்பின் ஆராய்ச்சி யானது ஸ்தூல உடலமைப்பின்-ஆராய்ச்சியை விரிவடையச் செய்தது. இனப் பெருக்கு முறையைப் பற்றி மிகவும் ஜாக்கிரதையாக ஆராய்வதும், எத்தனையோ அங்கஜீவி களின் சிக்கலான வாழ்க்கைச் சரித்திரங்களை விளக்குவதும், எல்லா விதமான செடிகளின் புதிய புதிய இனங்களையும் மாதிரிகளையும் நன்கு வகைபாடு செய்வதிலும் தெரிந்து கொள்வதிலும் இருந்துவந்த ஒரு சிறந்த கவர்ச்சிக்கு ஒருபோகாக இருந்தன. பல வேளைகளில் பெரிய அங்க ஜீவிகளின் நோய்களுக்குச் சின்னஞ் சிறிய தாவரங்களோ பிராணிகளோதான் காரணங்களாக இருந்தன. ஆகையால்

மைக்ரோஸ்கோப்பு - microscope. சூக்கும - அங்கஜீவிகள் micro-organisms. சுயப் பிறவி – spontaneous generation. தாவர - plant. திசு- tissue. பிராணி - animal. சூக்கும-உடலமைப்பின் ஆராய்ச்சி - microscopic anatomy. ஸ்தூல -gross. இனப்பெருக்கு முறை - process of reproduction. ஒருபோகாக - parallel.

வைத்தியர், பிராணி-வைத்தியர், நடைமுறைத் தாவர-நிபுணர் ஆகியோருக்கு இந்த ஆராய்வுத் துறையை விசேஷ ஊக்கத்தோடு நடத்தி வரத் தூண்டுதல் ஏற்பட்டது. கைகூடியது என்ன என்ன என்பதைப் பற்றிய ரசமான விவரங்களைத் தெரியவேண்டுமானால், மார்ஸ்டன் பேட்ஸ் எழுதிய **இயற்கைச் சரித்திரத்தின் இயல்பு** என்னும் சிறந்த புத்தகத்தை வாசகர்கள் படித்துத் தெரிந்து கொள்ளலாம். இந்நூலைப் பற்றி நான் முன்னாலேயே சொல்லியிருக்கிறேன்.

உயிரியலை முறைப்படுத்துபவரின் வேலை 'போட்ட முதலுக்கு லாபம் கிட்டாத' நிலையை அடைந்துவிட்டதா அடையவில்லையா என்பது விவாதிக்கக்கூடிய விஷயம். இந்நாளில் உயிரியல் நிபுணர்களின் சமூகத்தில் வகைபாட்டியல் விஞ்ஞானிக்கும் (வகைபாடு செய்பவர்) பரிசோதனை-உயிரியல் விஞ்ஞானிக்கும் இடையே ஒரு பெரும் பிளவு ஏற்பட்டுவிட்டது என்றுவது ஓரளவு சொல்லலாம். தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றின் வாழ்க்கைப் பழக்க வழக்கங்களையும் உறவுகளையும் ஆராய்பவர்கள் இவ்விருவர்களுக்கும் இடையிலுள்ள ஒரு நிலையில் இருக்கிறார்கள். பரம்பரையாராய்ச்சிக் கலை, ஸெல்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிக் கலை, உடலியல் நூல், உயிர்-இரசாயனம் ஆகிய துறைகளிலும் மற்றப் பரிசோதனைத் துறைகளிலும் ஏற்பட்ட விரைவான முன்னேற்றம், 'உயிரியலில் புரட்சிகரமான முன்னேற்றங்கள் ஏற்படப் போகின்றன; அவை கண்ணுக்கெட்டிய தூரத்தில் வந்துவிட்டன' என்று

நடைமுறைத் தாவர நிபுணர் - applied botanist. மார்ஸ்டன் பேட்ஸ்-Marston Bates. இயற்கைச் சரித்திரத்தின் இயல்பு. *The Nature of Natural History*. போட்ட முதலுக்கு லாபம் கிட்டாத-diminishing returns. வகைப் பாட்டு விஞ்ஞானி-taxonomist. பரம்பரையாராய்ச்சிக் கலை-genetics. ஸெல் - cell. ஸெல்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிக் கலை - cytology. உடலியல் நூல் - physiology. உயிர்-இரசாயனம் - bio - chemistry.

குறிப்பிடுவதுபோல் தோன்றுகிறது. அப்படியிருந்தால், பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் ஏற்பட்ட இரசாயன முன்னேற்றங்கள் தாதுப்பொருள் நூலை மிக அதிகமாகப் பாதித்ததைப் போலவே, நெடு நாளாகு முன் இம் முன்னேற்றங்களும் முறைபாட்டுத் துறையில் காணப் படலாம். ஆனால், வெளியிலிருந்து பார்ப்போர்கள் முற் காலத்திலே கவனக்குறிப்பு-உயிரியல் செய்துவந்திருக்கும் காரியத்தைப் பற்றித் தெரிந்துகொண்டு, நிச்சயமாக இக் காலத்திலே மிக விரைவாக அமைந்துவரும் துறையாகக் காணப்படும் பரிசோதனை-உயிரியலோடு அதற்குள்ள உறவுகளை அறிந்துகொண்டால், அவர்களுக்கு அதுவே போதுமானது.

முறைபாட்டு உயிரியல் என்னும் விஷயத்தை விட்டு அப்பால் செல்வதற்கு முன், ஒழுங்கு படுத்திய அறிவைப் பற்றிச் சில வார்த்தைகள் சொல்லுவது பொருந்தும். பிராணியியல் காட்சிச்சாலைகள், உலர்-தாவர வகை நிலையங்கள் ஆகியவற்றின் அதிகாரிகளின் அடுத்த தலைமுறையினருக்கு வருங்காலத்தில் நிகழப்போவது என்ன என்ன என்பதைப் பற்றி நிச்சயமில்லை. அது எதுவாயிருந்தாலும், வகைபாடு செய்வதையும் உண்மைச் செய்திகளையும் தங்கள் காரியத்தின் முன்னணியில் இந்த விஞ்ஞானிகளின்தொகுதி வைத்துக்கொண்டபடியால், அது தன்னை யறியாமலே விஞ்ஞானத்துக்குப் பிரதிகூலம் செய்திருப்பதாகவே நான் மதிக்கிறேன். இதுவரை தெரிந்துள்ள எல்லாத் தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றின் இனங்களையும் சிற்றினங்களையும் வகைகளையும் ஜாபிதா செய்வதை ஒரு முக்கியமான முயற்சி என்று கருதலாம் என்பதற்கு நான்

முறைப்பாட்டுத் துறை - systematic field. கவனக்குறிப்பு உயிரியல் – observational biology. பரிசோதனை உயிரியல் - experimental biology. முன்னணி - foreground.

காரணம் கூறியிருக்கிறேன். (ஆயினும் இவற்றுள் இன்னும் காணப்படும் சிற்சில இடைவெளிகளை நிரப்புவதற்காகப் பாடுபடும் வேலை அவ்வளவு முக்கியமான விஞ்ஞான வேலையா என்பதைப் பற்றி எனக்குச் சந்தேகம் தான்.) ஆனல், நடைமுறைக் காரணங்களுக்காக இது செய்யப்படுகிறது என்று கூருமல், வேறு காரணங்களின் நிமித்தமாக இந்தக் காரியத்துக்கு ஒரு நியாயம் காட்டி அதை விளக்க முயலுவதால், 'விஞ்ஞானம் என்பது ஒழுங்குபடுத்திய அறிவு' என்னும் ஒரு சித்தாந்தம் ஏற்பட்டுவிட்டது. ஒரு திட்டத்துக்குள் பொருந்தக்கூடியதான ஏதாவதொரு அறிவு விஷயத்துணுக்கைப் புதிதாகக் கண்டுபிடிப்பதையும் கூட விஞ்ஞானத்தின் முன்னேற்றம் என்று கருதவேண்டும் என்னும் முடிவுக்கு இது கொண்டுவந்து விடுகிறது. இந்த முடிவு பைத்தியக்காரத்தனமானது என்று காட்டுவதற்கு அங்கக-இரசாயனத் துறையைச் சற்றே கவனித்தால் போதும்.

ஓர் அங்கக-இரசாயனி தம்முடைய பரிசோதனைச் சாலையில் இயற்றக்கூடிய கார்பன் கூட்டுப் பொருள்கள் கிட்டத்தட்ட எண்ணிறந்தவை என்றே தோன்றுகிறது. அப்பொருள்களின் பேரெல்லை வான சாஸ்திர எண்களைப் போன்ற பேரெண்ணுக இருக்கும் என்பதும் நிச்சயம். ஓர் உதாரணத்தால் இதை விளக்கலாம். கார்பன் கூட்டுப் பொருள் வகையில் ஒவ்வொரு பொருளும் கார்பனையும் ஹைடிரஜனையும் மட்டுமே கொண்டதாக இருக்கும் வகையே மிகவும் எளிய வகை. 'பாரபின் ஹைடிரோ-

சித்தாந்தம் - doctrine. பைத்தியக்காரத்தனம் - absurdity. அங்கக-இரசாயனம் - organic chemistry. கார்பன் கூட்டுப் பொருள்கள் - carbon compounds. பேரெல்லை - upper limit. வானசாஸ்திரப் பேரெண் - figure of astronomical magnitude. கார்பன் - carbon. ஹைடிரஜன் - hydrogen - கூட்டுப்பொருள் - பாரபின் ஹைடிரோ கார்பன் - paraffin hydro-carbon.

கார்பன்' என்று சொல்லப்படும் கூட்டுப் பொருள் வரிசையில் ஒவ்வோர் உறுப்பும் கார்பன் அணுக்களையும் ஹைடிரஜன் அணுக்களையும் ஒரு குறிப்பிட்ட முறையில் கொண்டதாக உள்ளது என்று, நவீன இரசாயன மனக் கோட் திட்டத்தின்படி, நாம் சொல்லுகிறோம். ஒரு கார்பன் அணுவும் நான்கு ஹைடிரஜன் அணுக்களும் உள்ள ஒரு கூட்டுப் பொருளோடு இவ்வரிசை தொடங்கு கிறது. ஆகையால், அதை CH_4 என்னும் குறியீட்டால் குறிக்கிறோம். அதற்கு அடுத்த உறுப்பு C_2H_6 என்னும் குறியீட்டாலும், அதற்கும் அடுத்தது C_3H_8 என்னும் குறியீட்டாலும் குறிக்கப்படுகின்றன. பிறகு, C_4H_{10}, C_5H_{12}, C_6H_{14} என்று வரிசையாகத் தொடர்ந்து காணப் படுகின்றன. இந்தக் குறியீடுகளில் ஒவ்வொன்றும் தனிப் பட்டதான ஒரே ஒரு பொருளை மட்டுமே குறிப்பதில்லை. வாஸ்தவத்தில், முதலிலுள்ள சில உறுப்புக்களில் தவிர, மற்றவைகளில் எல்லாம் அவை அப்படிக் குறிப்பதாக இருப்பதில்லை. உதாரணமாக, வெவ்வேறான இரண்டு கூட்டுப் பொருள்கள் C_4H_{10} என்னும் குறியீட்டை உடையவை; வேறு மூன்று பொருள்கள் C_5H_{12} என்னும் குறியீட்டை உடையவை; வேறு ஐந்து பொருள்கள் C_6H_{14} என்பதால் குறிக்கப்படுகின்றன; ஏழு கார்பன் அணுக்களையும், பதினாறு ஹைடிரஜன் அணுக் களையும் உடைய ஒரே பொதுக் குறியீட்டால் குறிக்கப்பட வேண்டியவையாக ஒன்பது பொருள்கள் இருக்கின்றன. இவைகளுக்குச் **சமக் குறியீட்டுப் பொருள்கள்** என்று பெயர். அங்கக-இரசாயனத்தில் வழங்கும் மனக்கோட்திட்டத்தில் முன்கூட்டியே தரப் பட்டிருக்கும் எண்ணோடு இந்தச் சமக்குறியீட்டுப் பொருள்

குறியீடு - formula. சமக் குறியீட்டுப் பொருள் - isomer.

களின் எண் ஒத்துவந்திருக்கிறது. இந்த விஷயத்தில் கோட்பாடு போதுமானதா என்பதைப் பற்றி ஒருவருக்கும் சந்தேகமே இல்லை. ஆயினும், இந்த வரிசையில் உயர்ந்த நிலையில் உள்ள உறுப்புக்களில் ஒவ்வொன்றுக்கும் இருக்கக் கூடிய சமக் குறியீட்டுப் பொருள்கள் எத்தனை என்று கணக்கிட்டுப் பார்க்க இதுவரை ஒருவரும் முயற்சி எடுத்துக் கொண்டதில்லை. வாஸ்தவத்தில், அந்த முயற்சி நம்மால் தாங்க முடியாத சிரமமுள்ள பிரயத்தனம் ஆகும். உதாரணமாக, C_{20} H_{42} என்னும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படும் சமக் குறியீட்டுப் பொருள்கள் 300,000க்கு மேல் இருக்கின்றன என்றும், C_{40} H_{82} என்னும் குறியீட்டால் குறிக்கப்படும் சமக் குறியீட்டுப் பொருள்கள் சுமார் 70,000,000,000,000 என்றும் கணக்கிட முடியும். கார்பன் கூட்டுப் பொருள் வரிசையில் உள்ள மற்றவைகளோடு ஒப்பிட்டுப் பார்க்கும்போது இது எளியது!

ஒன்று முதல் நாற்பது வரை கார்பன் அணுக்களையும், ஹைடிரஜன், ஆக்ஸிஜன், நைட்டிரஜன் என்பவைகளையும் சாத்தியமான எல்லா வகைகளிலும் கொண்ட கார்பன் கூட்டுப்பொருள்கள் மொத்தம் எத்தனை இருக்கக்கூடும் என்று கணக்கிடுவதற்கும் இதுவரை ஒருவரும் முயன்றதில்லை. ஆனால், கோட்பாட்டுப்படி பத்துக் கார்பன் அணுக்கள் அடங்கிய எத்தனை அங்ககக் கூட்டுப் பொருள்கள் இருக்கமுடியுமோ அவை எல்லாவற்றையும் செயற்கையில் அமைத்து முடிக்கும் ஒரு காலம் வரும் என்று எண்ணத்தில் கொள்வது கூட முடியாத காரியம். முன்னால் கூறிய எண்களிலிருந்து இது நிச்சயமாகத் தெரிகிறது. தயார் செய்யப்பட்டும், பண்பு அறியப்பட்டும், அமைப்புத்

உறுப்பு – member. தயார் செய் - prepare. பண்பு-அறி - characterise. அமைப்பு - structure.

தீர்மானிக்கப்பட்டும் உள்ள ஒவ்வொரு புதிய பொருளும் அறிவின் வளர்ச்சிக்கு நல்ல அறிகுறியாக இருக்கிறது. ஒரு கட்டுரையில் பத்துப் பன்னிரண்டு புதிய கூட்டுப்பொருள் கள் வருணித்துக் கூறப்பட்டிருந்தால், அந்தக் கட்டுரையை மிகச் சிறந்த பத்திரிகையும் கூடப் பிரசுரிக்கும். ஆனால், அப்பேர்ப்பட்ட கட்டுரையானது விஞ்ஞானத்தில் ஒரு முக்கியமான முன்னேற்றத்தைக் குறிக்குமா என்று கேட்பது நியாயம். அப்பேர்ப்பட்ட காரியத்துக்கும் தபால்-தலைகளைச் சேகரிப்பதற்கும் உள்ள வித்தியாசம் என்ன? இந்த வினவைக் கணநேரம் கவனித்து ஊன்றிப் பார்ப்பது நல்லது. ஏனென்றால், கார்பன் கூட்டுப்பொருள் கள் அடங்கிய இரசாயனத் துறைக்கு மிகவும் அப்பால் விரிந்து செல்லும் விளைவுகளை உடையதாக அவ்வினு காணப்படுகிறது.

விஞ்ஞானம் என்பது ‘இந்தக் கிரகத்தில் உள்ள பெண் பூச்சிகளை எண்ணுவதையே கருத்தாக உடைய பயனில்லாக் காரியம்’ என்று டால்ஸ்டாய் தம்முடைய நூல்களில் எங்கேயோ குறைகூறிப் புரளி செய்கிறார். (விஞ் ஞானத்தின் உடன் விளைவுகளின் பயன் கைத்தொழில் துறையிலும் வைத்தியத் துறையிலும் நன்கு தோன்றத் தொடங்குவதற்கு முன்னால் கூறியது இது.) இப்பேர்ப் பட்ட விவரணங்களை விஞ்ஞானிகளுக்குக் காட்டினால், அவர்கள் அப்படிப்பட்ட தவறான அபிப்பிராயங்களைப் படபடப்பாக மறுத்துத் தங்கள் முயற்சிகளுக்குச் சாதக மாகப் பேசுவார்கள். ஆயினும், ‘வெறும் அறிவியல் குறு குறுப்பின்’ மீது பண்டை மனிதப் பண்பாட்டுக் கலை

தீர்மானி - determine. பூச்சி - bug. உடன் விளைவு - by-product (ஒரு குறித்த பொருளை இயற்றுவதற்கான முயற்சியின்போது, இடையே கிடைக்கும் பிற பொருள்.) வெறும் அறிவியல் குறுகுறுப்பு - mere intellectual curiosity.

ஆராய்ச்சியாளர் கோபம் கொள்ளும் மனநிலை கவனிப்பதற் குரியது. ஒரு சித்தாந்தத்துக்கு மற்றொரு சித்தாந்தத்தால் பதில் சொல்வதில் பயனில்லை. 'பயனற்ற அறிவு' என்று பிறர் கேலி செய்யும்போது, 'தூய கணிதம் வாழ்க! அது எந்நாளும் பயன்படுத்தப்படாதிருக்க!' என்னும் சிறந்த கொண்டாட்டு வாக்கியத்தின் மூலம் பதில் சொல்லுவதால் யாதொரு லாபமும் இல்லை. 'கலையின் பொருட்டே கலை' என்னும் விருதுக்குச் சமமான தொன்றைக் கூறி, விஞ் ஞானி கொடி பறக்க விடலாம். ஆனால் அதுபோலவே, பெரும் பிராணிகளை வேட்டையாடுபவரும், மலைச் சிகரங் களில் ஏறுவோரும், தபால் தலைகளைச் சேகரிப்போரும் செய்யமுடியும், அல்லவா? தூய விஞ்ஞானம் என்பது தனிமையாகச் செய்யப்படும் ஏதோ ஒரு பொழுதுபோக்கு அன்று என்று நாம் நினைத்துச் சொல்லப்போவதாயிருந் தால், அதன் முக்கியத்துவத்தைக் குறித்துச் சந்தேகப் பட்டு வினவும் எல்லோருக்கும் திருப்தியாகப் பதில் சொல்லித்தான் ஆகவேண்டும்.

விஞ்ஞானம் என்பது முறைப்படுத்திய அறிவு என்பதை வற்புறுத்தியது ஒரு துரதிருஷ்டம் என்றே தோன்றுகிறது. அப்பேர்ப்பட்ட அறிவு விஞ்ஞானக் கோப்பின் பகுதியே அன்று என்று நான் சொல்லவில்லை. ஆனால், விஞ்ஞானத்தின் அடிப்படைச் சாரம் அது அன்று. உயிரற்ற இயற்கைத் துறையிலும் உயிருள்ள இயற்கைத் துறையிலும் உழைப்பவர்களுக்கு அப்பேர்ப்பட்ட அறிவு நடைமுறையில் மிகவும் முக்கியமானதுதான். ஆனால், விஷயங்களைப் பற்றிய செய்திகளை முறைப்படுத்தும்போது

மனிதப் பண்பாட்டுக்கலை ஆராய்ச்சியாளர் - humanitarian. சித்தாந்தம் - doctrine. பயனற்ற அறிவு - useless knowledge. கொண்டாட்டு வாக்கியம் - toast. கலையின் பொருட்டே கலை - art for art's sake. விருது - motto. கருத்துக்கள் - ideas.

எந்த அளவுக்கு புதிய கருத்துக்கள் சேர்க்கப்படுகின்றனவோ, அவ் அளவுக்கே அக் காரியமும் 'பெரிய விஞ்ஞானிகள்' எனத்தகும் ஆராய்ச்சியாளர்களின் உழைப்பை ஒத்த தன்மையுள்ளதாக இருக்கும்.

அங்கக-இரசாயனத்தைப் பற்றி இடைப் பிறவரலாக இவ்வாறு சொல்லிய பிறகு, இயற்கை விஞ்ஞான விஷயமாக இன்னும் இரண்டொரு பத்திகளைச் சேர்ப்பது பொருத்தமாக இருக்கும். முறைபாட்டுப் பிராணியியலையோ உயிரியலையோ பற்றிய கலாசாலைப் புத்தகத்தைப் பக்கம் பக்கமாகப் புரட்டினல், (அல்லது அந்த இரண்டு துறைகளில் ஒன்றை முறையாக வகுப்பில் சேர்ந்து கற்ருல்,) உண்மைச் செய்திகளைப் பற்றிய மிகப் பெரிய ஓர் அணிவகுப்பு நம்முடைய மனத்தைக் கவர்கிறது. இதில் உள்ள அழுத்தமெல்லாம் செய்திகளின் மீதுதான். ஆனல், அவையே இறுதியாக அமையவேண்டிய முடிவு என்று கருதுவதின்மீது அந்த அழுத்தம் வைக்கப்படுவதில்லை. தாவரங்கள் பிராணிகள் ஆகியவற்றின் செயலோடும், வளர்ச்சியோடும், அவைகளில் ஒன்றுக்கொன்றுள்ள உறவோடும் அந்தச் செய்திகள் சம்பந்தப்பட்டவை என்பதின் மீதுதான் அந்த அழுத்தம் வைக்கப்படுகிறது. மனத்தைக் கவரும் பெருந்தொகுதியாக உள்ள இந்த எடுகோள்களை மற்ருெரு வகையாகவும் கவனிக்கலாம்; அதாவது, இவ்வளவையும் எப்படித்தான் திரட்ட முடிந்ததோ என்று. உயிரியலைச் சார்ந்த இந்த விஷயம் இதைப் பற்றிய சரித்திரங்களில் மட்டுமே காணப்படுகிறது. ஆனல், இவற்றில்தான் மார்க்கதரிசிகளாயிருந்த உயிரியல் நிபுணர்கள் கையாண்ட கவனக்குறிப்பு முறைகளைப்பார்க்க முடிகிறது;

இடைப் பிறவரல் - digression. அணிவகுப்பு - array. செயல் - function. வளர்ச்சி - development. உறவு - relation. மார்க்கதரிசி - pioneer. கவனக்குறிப்பு முறைகள் - methods of observation.

புதிதாகத் தெரியவரும் விளைவுகள் மேன்மேலும் உழைப்ப தற்கு ஒரு முக்கியமான தூண்டுகோலாக இருப்பதைத் தெரிந்துகொள்வதும் இவற்றால்தான்.

உயிரியல் விஞ்ஞானங்களின் வளர்ச்சியைத் தெரிந்து கொள்ளவேண்டுமானால், வைட்மன் எழுதிய **விஞ்ஞானக் கருத்துக்களின் வளர்ச்சி** என்னும் நூலின் கடைசி அத்தி யாயங்களையும் உயிரியல்களின் சரித்திரங்களையும் வாசகர் கள் படிக்கவேண்டும். உயிரியல் துறையில் உபயோகித்து வரும் முறையைப் பௌதிக விஞ்ஞானங்களைப் பற்றி நான் முன்னமே சொல்லியவற்றோடு இணைத்துக் காட்டும் பொருட்டுச் சில விஷயங்களை நான் இங்கே வற்புறுத்த விரும்புகிறேன்.

முதலாவதாக, ஒரு புதிய கருவியை அமைப்பதும் ஒரு பழைய கருவியைத் திருத்துவதும் எவ்வளவு முக்கிய மானவை என்னும் விஷயம் பதினேழாம் நூற்றாண்டு முதற்கொண்டே உயிரியலின் சரித்திரத்தின் முழுவதிலும், பெரிய எழுத்துக்களில் குறிக்கப்பட்டாற்போல், மிக நன்றாகத் தெரிகிறது. ஆனபோதிலும், அது அவ்வளவு தெளிவாகத் தெரிவதால் பாமரர்களுக்கென்று எழுதும் போது உயிரியல் விற்பன்னர்கள் பலகாலும் அதைத் தக்க அளவில் விளக்கத் தவறிவிடுகிறார்கள். மைக்ரோஸ்கோப்பு மூலமான கவனக்குறிப்புக்கள் பதினேழாம் நூற்றாண்டில் தொடங்கின. வாஸ்தவத்தில் அந்நூற்றாண்டின் கடைசி ஐம்பது ஆண்டுகளை மிகச் சிறந்த மைக்ரோஸ்கோப்பு ஆராய்ச்சியாளர்கள் வாழ்ந்த காலம் என்று சொல்வது வழக்கம். (அந்தக் காலத்து வீரபுருஷர்களில் மிகப் பெரியோர் ஒருவராகிய ஆன்டனி வான் லெவென்ஹூக்

வைட்மன் - Wightman. விஞ்ஞானக் கருத்துக்களின் வளர்ச்சி - *The Growth of Scientific Ideas*. ஆன்டனி வான் லெவென்ஹூக் - Anthony von Leeuwenhoek.

என்பவர் மிகச் சாதாரணமான லென்சுகளைக்கொண்டே உழைத்துவந்தார் என்பது ரசமான விஷயம். அவருடைய கருவியை **உருப்பெருக்குக்** கண்ணாடி என்று கூற வேண்டுமே தவிர, நாம் இப்போது மைக்ரோஸ்கோப்பு என்று சொல்லும் கருவிக்கு இணையாக அதைக் கருதலாகாது). மைக்ரோஸ்கோப்பு ஆராய்ச்சியின் இரண்டாவது உன்னத நிலை பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இரண்டாவது காற்பகுதியில் தோன்றிற்று. இரண்டு லென்சுகளை (கூட்டு-மைக்ரோஸ்கோப்பை) உபயோகிப்பதில் இருந்த சிரமங்கள் அப்போது கடைசியாக நீக்கப்பட்டு விட்டன என்பதே இந்த நிலைக்குப் பெரும்பான்மைக் காரணம் என்று தோன்றுகிறது. இது இரண்டு காரியங்களின் பயன். முதலாவது காரியம், வெவ்வேறு நிறங்களாக உள்ள ஒளி ஒரு லென்சின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்டபோது நடப்பதை விளக்குவதற்குத் திருப்தியான மனக்கோட் திட்டம் ஒன்றை முறைபட அமைத்தது. இரண்டாவது காரியம், வெவ்வேறு வகையான கண்ணாடிகளை எப்படிச் செய்வது, அவைகளை எப்படி இணைப்பது என்பதை நடைமுறையில் கண்டுபிடித்தது. இவற்றின் விளைவாக ஒரு கருவி அமைக்கப்பட்டது. வெவ்வேறு நிறங்களையுடைய ஒளியை ஒரே தெளிவான குவியத்துக்குக் கொணர்ந்து, அதிக அளவில் உருப்பெருக்குவதாயும் திருப்திகரமாகப் பிம்பத்தை இயற்றுவதாயும் உள்ள நவீன மைக்ரோஸ்கோப்புக்கும் அந்தக் கருவிக்கும் அதிக வித்தியாசமில்லை. இதுவுமன்றி, அந்த நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் பொருள்களை உற்று நோக்குவதற்கும், மாதிரிப் பொருள்களின் குறுக்குவெட்டுத் தோற்றத்தைத் தயார்

உருப்பெருக்கு கண்ணாடி - magnifying glass. கூட்டு-மைக்ரோஸ்கோப்பு - compound microscope. பிம்பம் - image. மாதிரிப் பொருள்கள் - specimens. குறுக்கு வெட்டுத் தோற்றம் - cress-section.

செய்வதற்கும் உரிய புதிய உத்திகள் நன்கு வளர்க்கப் பட்டு எங்கும் உபயோகப்பட்டு வந்தன.

பதினேழாம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த சிறந்த விஞ் ஞானிகள் உயிருள்ள அங்க-ஜீவிகளின் புதிய உலகம் ஒன்றைத் திறந்து காட்டினார்கள். சுயப் பிறவியைப் பற்றிய சரித்திரத்தை நாம் இனி கவனிக்கும்போது, இந்தச் செயலின் விளைவுகளில் சில தெரியவரும். மேலும், பிராணி களின் இந்திரியத்திலுள்ள சூக்கும விந்து உறுப்புக்களையும் அவர்கள் கண்டுபிடித்தார்கள். இவற்றாலும் இவற்றை ஒத்த கவனக்குறிப்புக்களாலும் இனப்பெருக்கத் தோற்றங்களின் சிக்கல்களைக் கண்டுபிடிக்கும் பாதையில் முக்கியமான பகுதி களில் அவர்கள் அடியெடுத்து வைத்துச்சென்றார்கள். ஆனால், நிஜமாகவே சக்தி மிகுந்த மைக்ரோஸ்கோப்புக் களை ஏந்திக்கொண்டு பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டு உயிரியல் நிபுணர்கள் உழைக்கத் தொடங்கும்வரை, பூக்கும் தாவரங் களின் இனப்பெருக்கத்தில் உள்ளவை போன்ற பல சிக்கலான விஷயங்களைத் தெரிந்துகொள்ள முடியவில்லை

இரண்டாவதாகக் குறித்துக் கூறவேண்டிய விஷயம் என்னவென்றால், உயிருள்ள அங்கஜீவிகளின் வளர்ச்சியின் அமைப்பைத் துருவி ஆராய்வதில் பின்பற்றவேண்டிய காரிய அணிவகுப்புத் திட்டமானது காட்டில் காணமற் போன ஒரு சிறுவனைக் கண்டுபிடிப்பதையோ, அல்லது ஒரு பிராணியைத் தொடர்ந்து செல்வதையோ போன்ற நிகழ்ச்சியைக் கிட்டத்தட்ட ஒத்திருக்கிறது. இயற்கைச் சரித்திரம், முறைபாட்டு உயிரியல் ஆகியவற்றின் செயல் முறைகளிலும் மனக்கோள்களிலும் காணும் விவரணங்கள் விரிவாயும் சிக்கலாயும் இருந்தபோதிலும், அவை விவே

உத்தி technique. இந்திரியம்-semen. சூக்குமவிந்துக்கள்-spermatozoa. விவரணம் - statement.

கத்தை மிகவும் ஒத்திருக்கின்றன. வாஸ்தவத்தில், இந்தப் பகுதி முழுவதிலும் விஞ்ஞான மனக்கோள்களையும் மனக்கோட் திட்டங்களையும நான் இவ்வளவு எச்சரிக்கையாகவும் ஐயப்பாட்டுடனும் அணுகுவது சிலருக்குப் பொருத்தமில்லாமல் தோன்றலாம். நாம் 'காற்றுக் கடலால் சூழப்பட்ட ஒரு கோளத்தின் மீது வாழ்கிறோம் என்பது உண்மை' இல்லை என்றும், பெரும்பாலும் சரியாக இருக்கக்கூடிய மனக்கோட் திட்டமே அது என்றும் ஒருவர் நம்பலாம். ஆனால், லக்ஷக்கணக்கான உதாரணங்களிலிருந்து ஏதோ ஒன்றை உதாரணமாகப் பொறுக்கி, ஒரு கருவோடு சூக்கும விந்து இணைசேர்ந்ததால் கருவுற்ற முட்டை உண்டாயிற்று என்று சொன்னால் இது 'உண்மை' என்பதை மறுப்பவர் நெஞ்சுறைத்த ஐயப்பாடுடையவராகவே இருக்கவேண்டும். அல்லது, மகரந்தச் சேர்க்கை உண்டாகும் உதாரணத்தை எடுத்துக் கொள்வோம். தாவர இயலை முன்னால் சற்றும் கற்காமல், அந்த விவரங்களின் வர்ணனையை முதல் தடவை படிப்பவருக்கு அதைப் பார்த்தால், கிட்டத்தட்ட நம்பமுடியாததுபோல் இருக்கும். மகரந்தத் தூளிலிருந்து ஒரு குழாய் வளர்ந்து, சூல்தண்டின் உள்ளே இறங்கி, சூற்பையை அடைகிறது என்பதை மைக்ரோஸ்கோப்பு மூலமான கவனக்குறிப்புக்கள் காட்டுகின்றன என்று சொல்லப்படுகிறது. இந்த நிகழ்ச்சியால் மகரந்தத்திலுள்ள உற்பத்தி-ஸெல் ஒன்று மகரந்தச் சேர்க்கை பெற்ற பூவிலுள்ள ஸெல்லோடு இணைசேருகிறது. சந்தேகமில்லாமல் இது ஒரு சிக்கலான விஷயம்தான், ஒப்புக்கொள்கிறேன். ஆனால், இது உண்மையான விஷயம்

கரு - ovum. சூக்கும விந்து - spermatozoon. கருவுற்ற முட்டை - fertilised egg. நெஞ்சுறைத்த ஐயப்பாடுடையவர் - hardy skeptic. மகரந்தச் சேர்க்கை - pollination. தாவர இயல் - botany. மகரந்தத்தூள் - pollen grain. சூல்தண்டு - style. சூற்பை - ovary. உற்பத்தி ஸெல் - generative cell. மகரந்தச் சேர்க்கை பெற்ற - pollinated.

என்பதும் உறுதி. அல்லது, இன்னும் ஓர் உதாரணத்தைப் பார்ப்போம். வீட்டுவளர்ப்புப் பிராணிகளின் மீதும் மனிதர்களின் மீதும் காணப்படும் சிற்சில ஒட்டுண்ணிகளின் விசித்திரமான வாழ்க்கைச் சரித்திரத்தைத் தேடிக் கண்டுபிடித்திருப்போரின் துப்பறி திறனே நாம் வியந்து பாராட்டலாம். ஓர் இயற்கை விற்பன்னர் சிக்கலான விஷயத் தொகுதிகளைப் பிரித்துச் சீராக்குவதை நாம் படிப்படியாகக் கவனித்து வந்தால், அரசாங்கப் உளவறி போலீஸ் இலாக்காவின் செயல்-முறையை ஒத்த காரியம் ஒன்றைக் கவனிப்பதுபோல் இருக்கிறது.

சுருங்கக் கூறின், இக்கால முறைபாட்டு உயிரியலின் மனக்கோள்களும் அத் தொழிலில் உழைப்பவர் உபயோகிக்கும் செயல்முறைகளும் நடைமுறைக் காரியங்களை மிகவும் ஒத்திருப்பதால், இந்த விஞ்ஞானத் துறையில் நாம் விவேகத் துறைக்கு மிகவும் அண்டையில் இருப்பதாகவே தோன்றுகிறது. பௌதிகர்கள் இரசாயனிகள் ஆகியோரின் மனக்கோள்களும் மனக்கோட் திட்டங்களும் விவேகத்திலிருந்து எவ்வளவு அப்பாலுள்ளவைகள் என்று விஞ்ஞானிகளல்லாதவர்களுக்குத் தோன்றுகின்றனவோ அவ்வளவு அப்பாலுள்ளவைகளாகத் தோன்றும் வேறு மனக்கோள்களையும் மனக்கோட் திட்டங்களையும் உடைய துறைகள் உயிரியலில் எத்தனையோ இந்நாளிலும் இருக்கின்றன. இவற்றுள் ஒன்று பரம்பரை-ஆராய்ச்சித் துறை. அணு என்னும் மனக்கோள் இரசாயனத் துறையில் டால்ட்டனால் 1800 வாக்கில் கூறப்பட்டபோது எவ்வளவு கற்பிதமாக இருந்ததோ அதுபோல ஜீன் (பரம்பரையின் அலகுப் பொருள்) என்னும் மனக்கோளும் அது தொடங்கிய

ஒட்டுண்ணி-parasite. துப்பறி திறன் – detective skill. பரம்பரை ஆராய்ச்சி - field of genetics. டால்ட்டன் - Dalton. ஜீன் - gene. அலகு - unit.

காலத்திலாவது கற்பிதமாக இருந்திருக்கவேண்டும். இதை உயிரியல் மனக்கோளுக்கு ஓர் உதாரணம் என்று சொல்லலாம். 'பரம்பரை-ஏற்பாட்டை இக்காலத்தில் முறைபடக் கூறுவது ஓர் உயிரியல் மனக்கோட் திட்டம்' என்று சொல்வது இதை விடப் பொருத்தமாக இருக்கலாம். புதிய கருத்துக்கள் எப்படி வளர்ச்சி பெற்றிருக்கின்றன என்பதைப் பற்றியும், அந்த மனக்கோட் திட்டத்தின் இக்கால நிலையைப் பற்றியும் ஒருவாறு தெரிந்துகொள்வது இந்நாளில் மிகவும் கவனிக்கவேண்டிய விஷயம். ஏனென்றால், இக்காலத்தில் அனேகமாக எல்லாப் பரம்பரை ஆராய்ச்சியாளராலும் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட அடிப்படைக் கருத்துக்களை சோவியத்து யூனியனில் கம்யூனிஸ்டுக் கட்சியின் சித்தாந்தத்தோடு ஒவ்வாதவை என்று பகிரங்கமாகக் கூறிவிட்டார்கள். கற்பனைக் கருத்துக்களும் விஞ்ஞானமும் அங்கே விசித்திரமாகக் கலந்துபோய்விட்டன. இதைப் பற்றி இந்தப் புத்தகத்தின் கடைசி அத்தியாயத்தில் இன்னும் சிறிது சொல்லவேண்டியிருக்கும். ஆனால் ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி எழுதிய **பரம்பரை, கிழக்கிலும் மேற்கிலும்** என்னும் நூலானது உயிரியலின் இந்தத் துறையைச் சற்றே அறிந்துகொள்ள உதவுமாதலாலும், இரும்புத் திரையின் மறுபுறத்தில் விஞ்ஞானத்துக்கு நேர்ந்தவை என்ன என்ன என்பதைப் பற்றிய மிகவும் இரசமான வரலாறாக அது இருப்பதாலும், அந்த நூலைப் படிக்கும்படி நான் வாசகர்களுக்குச் சிபாரிசு செய்கிறேன்.

பரம்பரை-ஏற்பாட்டுத்-துறை - mechanism of heredity. **பரம்பரை ஆராய்ச்சியாளர்** - genetists. **சோவியத் யூனியன்** - Soviet Union. **கம்யூனிஸ்டு கட்சி** - Communist Party. **சித்தாந்தம்** - doctrine. **கற்பனைக் கருத்து** ideology. **ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி** - Julian Huxley (ஆங்கில நாட்டு விஞ்ஞானி). **பரம்பரை, கிழக்கிலும் மேற்கிலும்** - *Heredity, East and West.* **இரும்புத் திரை** - Iron curtain.

பரிசோதனை உயிரியலுக்கு ஓர் உதாரணம்: நொதித்தலைப் பற்றிப் பாஸ்டியர் செய்த ஆராய்ச்சி

விவேக ரீதியான கருத்துக்களுக்கு நெடுந் தொலைவில் உள்ளவையான மனக்கோளையும் மனக்கோட் திட்டங்களையும் எடுத்த உடனேயே காணக்கூடிய மற்றோர் உயிரியல் துறை உடலியல் நூல் என்பது. சென்ற ஒன்றரை நூற்றாண்டில் தாவரங்கள் பிராணிகள் ஆகியவற்றின் வாழ்க்கைச் செயல்முறைகளை ஒட்டிய ஆராய்ச்சிகள் அந்தத் துறையில் உழைக்கும் ஆராய்ச்சியாளர்களைப் பௌதிகத்திலும் இரசாயனத்திலும் ஆழ இறங்கச் செய்துவிட்டதே இது இப்படி ஆகிவிட்டதற்கு முக்கிய காரணம் ஆகும். ஆகையால், இந்த விஞ்ஞானிகளின் மனக்கோட் கோப்பு உயிரியலின் மேன்மேலும் விரிந்துவரும் முன்னணியில் (பரம்பரை ஆராய்ச்சியும் இதில் உட்பட்டது என்று நாம் போகிற போக்கில் கவனிக்கலாம்) ஆழப் புகுந்துவிட்டது. இது நிகழ்ந்தது எப்படி என்று உதாரணம் காட்டுவதற்கும், இரசாயனத் துறையில் வழங்கும் தர்க்கத்தையும் முறைகளையும் உயிரியலில் பிரயோகிப்பதில் உள்ள கஷ்டங்களில் சிலவற்றைக் காட்டுவதற்கும் லூயி பாஸ்டியர் நொதித்தலை ஆராய்ந்த வரலாற்றைக் கவனிப்போம்.

முதலாவது, விஞ்ஞான முறைகளைப் பற்றித் தெரிந்து கொள்ள வேண்டும் என்று எவருக்காயினும் சிறிதளவாவது ஆசை இருந்தால், அவர் ரேனே ஜே. டுபோ எழுதிய **லூயி பாஸ்டியர், மனம்போல் உழைக்கும் விஞ்ஞானி** என்னும் பாஸ்டியரின் ஜீவிய சரிதத்தைப் படிக்கவேண்டும்.

நொதித்தல் - fermentation. பாஸ்டியர் - Pasteur (பிரான்சு நாட்டினர்: இரசாயனத்திலும் உயிரியலிலும் மிகப் புகழ் பெற்ற விஞ்ஞானி) உடலியல்- physiology. மனக்கோட் கோப்பு-conceptul fabric. ரேனே ஜே. டுபோ - Renee J. .Dubos. லூயி பாஸ்டியர், மனம் போல் உழைக்கும் விஞ்ஞானி - *Louis Pasteur, Free Lance of Science.*

அந்நூலில் 'படிகங்களிலிருந்து உயிருக்கு' என்னும் தலைப்புள்ள அத்தியாயத்தில் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியின் பிரான்சு நாட்டு இளைய விஞ்ஞானி ஒருவர் படிக-இயலை ஆராயத் தொடங்கிக் கடைசியில் உயிருள்ள அங்கஜீவிகளை ஆராய்வதற்கு வந்துசேர்ந்தார் என்னும் வர்ணனையை டாக்டர் டூபோ தெளிவாகக் கூறுகிறார். இருபத்து மூன்றும் வயது முதல் முப்பத்து மூன்றும் வயது வரையுள்ள காலத்தில் லூயி பாஸ்டியர் தம்முடைய கவனத்தை உயிரற்ற இயற்கையிலிருந்து மாற்றி உயிருள்ள இயற்கைக்குச் செலுத்தத் தொடங்கினர். மேதாவிலாசம் பொருந்திய ஒருவருடைய செயல் இவ்வாறாகத் திசை மாறிச் சென்றதற்குக் காரணமாக உதவிய அம்சங்களை அவரே எழுதியவைகளிலிருந்தும், அவருடைய சமகாலத்தவர் எழுதியவைகளிலிருந்தும் எளிதில் தெரிந்துகொள்ளலாம். விஞ்ஞானச் சரித்திர ஆசிரியர்களுக்கும் அவை கவர்ச்சிகரமாக இருக்கின்றன. விஞ்ஞானத்தின் யுக்திதந்திரங்களைப் பற்றி எழுத முயலுவோரால் அவை மிகவும் விசேஷமாகக் கவனிப்பதற்குரியவை.

சாராயம் வடிக்கும் சாலை ஒன்றில் பீட் சர்க்கரை நொதித்து ஆல்கஹாலாக மாறிய நடைமுறைப் பிரச்சினையில் பாஸ்டியருக்கு இருந்த அக்கறை அவர் நொதித்தலை ஆராய்வதற்கு ஓரளவு காரணமாக இருந்தது என்பது தெளிவு. லீல் நகரின் பல்கலைக் கழகத்தில் விஞ்ஞானத் துறையில் அவர் டீன் என்னும் அதிகாரியாக இருந்த காலத்தில், அந்நகரிலுள்ள சாராய வடிகாரர் ஒருவர்

படிக-இயல் - crystallography. சாராயம் வடிக்கும் சாலை - distillery. பீட் சர்க்கரை – beet sugar (பீட் என்பது ஒருவகைக் கிழங்கு). நொதித்தல் - ferment. ஆல்கஹால் - alcohol. லீல் - Lille (பிரான்சிலுள்ள ஒரு நகரம்). டீன் - dean. சாராய வடிகாரர் - distiller. விஞ்ஞானத் துறை - Faculty of Science.

அவரிடம் வந்து ஆலோசனை கேட்டார். இம்மாதிரியான நிகழ்ச்சி நாம் ஏற்கெனவே பார்த்த வகையைச் சேர்ந்தது தான். இதைப் பற்றி முன்னால் அனேகம் தடவைகளில் கூறியும் இருக்கிறோம். தொழிற் துறைக் காரியம் ஒன்றினால் ஒரு விஞ்ஞானியின் கவர்ச்சி தூண்டப்படுகிறது. அது தூய விஞ்ஞானத் துறையில் ஒரு வளர்ச்சிக்குக் காரணமாகிறது. ஆனால் நொதித்தல் கலையோடு இப்படித் தற்செயலாக ஏற்பட்ட சம்பந்தத்தை முற்றும் ஒதுக்கி விட்டாலும் கூட, நொதித்தல் என்னும் உயிரியல் செயல்முறைகளை ஆராய முற்படுவதற்குப் பாஸ்டியருக்கு வேறு சில காரணங்களும் இருந்தன. படிகங்களை ஆராய்ந்ததின் விளைவாக அவர் மிக விரிவான கற்பிதக் கொள்கை ஒன்றை வெளியிட்டிருந்தார். நொதித்தலைப் பற்றி அவர் எழுதிய முதல் கட்டுரையின் தொடக்கத்தில் அவர் இதைத்தான் குறிப்பிடுகிறார். அந்தக் கற்பிதக் கொள்கை துணிகரமானது. சிற்சில மாறுதல்களோடு இந்நாளிலும் யாரும் ஆட்சேபிக்காத பொதுக் கூற்றாக அது இருந்துவருகிறது. ஆனபோதிலும், அது முதலில் முறைபடக் கூறப்பட்ட காலத்தில் அதற்குச் சான்றுகள் மிகக் குறைவாகவே இருந்தன; ஆயினும் அது பயன்விளை கற்பிதக் கொள்கையாக ஆகிவிட்டது என்பதில் ஐயமில்லை.

சிற்சில படிகங்களாலும் திரவங்களாலும் துருவகரிக்கப்பட்ட ஒளியின் தளத்தில் ஏற்பட்ட சுழற்சியைப் பாஸ்டியர் ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தார். இந்த ஒளியியல் தோற்றம் சற்றே சிக்கலானது. தக்க கருவிகளை உபயோகிப்பதன் மூலம் அளவிடக்கூடிய ஒரு பௌதிகப் பண்பு என்று நாம் அதைத் தெரிந்துகொண்டால் இவ்விஷயத்துக்கு அது

தொழிற்துறை - technical. படிகங்கள் - crystals. துருவகரிக்கப்பட்ட - polarised. தளம் - plane. சுழற்சி - rotation. ஒளியியல் தோற்றம் - optical phenomenon.

போதுமானது. துருவகரித்த ஒளியைச் 'சுழற்சி' என்னும் சொல்லால் விஞ்ஞானிகள் வர்ணிக்கும் முறையில் பாதிக்கும் சக்தியானது திரவங்களிலாகட்டும், அல்லது கரைசலாக உள்ள பொருள்களிலாகட்டும், அரிதாகவே காணப்படுகிறது. (படிகங்களைப் பற்றிப் பாஸ்டியர் செய்த அரிய வேலை கவர்ச்சிகரமானது; அது ஒரு நீண்ட கதை; அதை நான் வேண்டுமென்றே இங்கே விட்டு விடுகிறேன்.) இந்தப் பண்புடைய எல்லாப் பொருள்களும் தாவர உலகத்திலும் பிராணி உலகத்திலும் காணப்படும் விளைவுப் பொருள்களாக இருக்கின்றன. உயிரின் விளைவாக உள்ள பொருள்கள் மட்டுமே மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகளை இயற்றுகின்றன என்னும் பொதுக்கூற்றை ஆதரிப்பதற்கு இந்நாளில் எத்தனையோ உதாரணங்களைக் காட்டலாம். ஆனால் பாஸ்டியருக்குத் தெரிந்த உதாரணங்களின் எண் மிகக் குறைவானது. ஆனபோதிலும், உயிருள்ள வாழ்க்கையில் நிகழும் செயல்-முறையின் விளைவாக உண்டாகிய பொருள்கள் மட்டுமே துருவகரித்த ஒளியின் தளத்தைச் சுழற்றும் என்னும் உறுதியான நம்பிக்கை அவருக்கு ஏற்பட்டது. இதுவே அவருடைய மிகவும் விரிவான கற்பிதக் கொள்கை. ஆகையால், லாக்டிக அமிலத்தின் நொதித்தலின் உடன் விளைவாகிய அமில் ஆல்கஹால் என்னும் ஒரு பொருள் துருவகரித்த ஒளியின் தளத்தைச் சுழற்றும் திறமை உடையதாக இருந்தது என்ற உண்மை அவருக்கு எதிர்ப்பட்டபோது, அப்பொருளை இயற்றுவதில் ஏதோ ஓர் உயிருள்ள அங்கஜீவி சம்பந்தப்பட்டிருக்க வேண்டும் என்று அவர் முடிவு செய்தார்.

கரைசல் - solution. விளைவுப் பொருள்கள்-products. உயிரின் விளைவாக உள்ள பொருள் - products of life. துருவகரித்த ஒளி - polarised light. லாக்டிக அமிலம் - lactic acid. அமில் ஆல்கஹால் – amyl alcohol.

இந்தக் கதையை நான் எளிமையாகவும் சுருக்கமாக வும் கூறிவிட்டேன். ஏனென்றால், பாஸ்டியர் எழுதிய கட்டுரையைப் படித்தால், இந்தப் பெரும் கற்பிதக் கொள் கையைத் தவிர மற்றொரு கொள்கையும் அவருடைய மனத்தில் இருந்தது என்பது தெரிகிறது. ஆனால் தொழில் முறை விஷயங்களை இடைப்பிறவரலாக மிகவும் விரிவாகக் கூறினாலன்றி, அந்தக் கற்பிதக்கொள்கையை இங்கே விளக் கிக்கூற முடியாது. அதுவன்றி, வேறொன்றாகக் காணும் இந்தக் கற்பிதக்கொள்கை முற்றும் ஒப்புக்கொள்ளத் தக்கதும் அன்று என்பது விரைவில் காணப்பட்டது. முக்கியமான விஷயம் என்னவென்றால், வேறு எத்தனையோ விஷயங்களில் போலவே இதிலும், பாஸ்டியருக்குத் தாமாகவே அமைத்துக்கொண்ட ஒரு கற்பிதக்கொள்கை யில் இருந்த பலமான நம்பிக்கையே தூண்டும் காரணமாக இருந்தது என்றும், உண்மை விஷயங்களிலிருந்து தக்க முறையில் பெறப்பட்ட ஊகங்களாக அல்லாத வேறு ஏதோ ஒன்று அவருடைய நம்பிக்கைக்கு அடிப்படையாக இருந்தது என்றும் தெரிகிறது. எரியும் பாஸ்வரத்தை ஆராய்ந்தபோது கிடைத்த விளைவுகளைக் கண்ட லவாய்சியே யின் மனத்தில் அவை பதிந்துவிட்ட பின்பு, அவர் அனுமானித்த நிலையை இந்த நிலை ஒத்திருக்கிறது. அணுக் கோட்பாட்டை நாம் சர்ச்சை செய்தபோது (பக்கம் 333), விஞ்ஞானிகள் தாங்கள் ஏற்கெனவே கொண்டிருந்த கருத் துக்களோ அல்லது துரபிப்பிராயங்களோ அணுகவொட் டாமல் பாதுகாத்த பின்பே ஒரு பிரச்சினையைக் கவனிக் கிறார்கள் என்று கூறுவாரோடு நான் முன்னமேயே வேறு பட்டு விவகாரம் செய்திருக்கிறேன். மிகச் சிற்றளவாக

பாஸ்வரம் - phosphorus. லவாய்சியே - Lavoisier. துரபிப்பிராயங்கள் - prejudices.

உள்ள சான்றுகளிலிருந்து ஒரு நம்பிக்கை பெறப்பட்ட போதிலும், அந்த நம்பிக்கை மட்டும் பலமாக இருக்குமானால், அதன் முக்கியத்துவம் எவ்வளவு அதிகமாக இருக்கிறது என்று காட்டுவதற்கு இதுவும் மற்றோர் சான்றாகும்.

நொதித்தலைப் பற்றிப் பொதுவாகப் பாஸ்டியர் தம் கவனத்தைச் செலுத்தத் தொடங்கிய காலத்துக்குச் சற்று முன்பு, ஆல்கஹாலின் நொதித்தலைப் பற்றி ஏராளமான வேலை ஏற்கெனவே செய்யப்பட்டிருந்தது. யீஸ்டு என்னும் ஓர் உயிருள்ள அங்கஜீவி சர்க்கரையை ஆல்கஹாலாகவும் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடாகவும் மாற்றிய ஒரு நிகழ்ச்சி நொதித்தல் என்னும் செயலோடு எப்பொழுதும் சம்பந்தப் பட்டிருக்கும் என்பது அக்காலத்தில் தெரிந்துள்ள விஷயம். ஆனால், இறந்துபோன யீஸ்டு ஸெல்களின் சிதைவின் விளைவாகவே ஆல்கஹால் உண்டாயிற்று என்பதே விஞ்ஞான அபிப்பிராயங்களின் பெரும்பகுதியான முடிவு. லீபிக் என்னும் சிறந்த ஜெர்மானிய விஞ்ஞானியின் அபிப்பிராயத்தின் சாராம்சமும் இதுவே. அழுகும் காய்கறிப் பொருளிலுள்ள ஏதோ ஒரு சிக்கலான பொருளின் சிதைவினால் ஏதோ ஒரு மாதிரியான பரிவு-அதிர்வு சருக்கரையின் மூலக்கூறின்மீது செலுத்தப்பட்டது என்னும் ஓர் ஒப்புக்கோளை அவர் வைத்துக்கொண்டார். பாஸ்டியர் நொதித்தலை ஆராயத் தொடங்கிய நாளிலிருந்து 1880ல் லீபிக்கின் மரணம் வரை, அவருக்கும் பாஸ்டியருக்கும் இடையே ஏற்பட்ட விவகாரம் தெளிவாக இருந்தது. யீஸ்டின் உயிர் வாழ்க்கைச் செயல்முறையே சருக்கரை ஆல்கஹாலாக

யீஸ்டு - yeast. சிதைவு - decomposition. லீபிக் - Leibig. அழுகும் - decaying. காய்கறிப் பொருள் - vegetable matter. பரிவு-அதிர்வு - sympathetic vibration. மூலக்கூறு - molecule. உயிர் வாழ்க்கைச் செயல் முறை- life process.

மாறுவதற்குக் காரணம் என்று பாஸ்டியர் கருதினர். அவர் சொன்னதின் சாராம்சம் உயிரின்றி நொதித்தல் இல்லை என்பது. இதைப் பாஸ்டியரின் இரண்டாவது பெரும் கற்பிதக் கொள்கையாகக் கருதலாம். ஆனல், லீபிக் இதற்கு நேர்மாருக, உயிர் வாழ்க்கைச் செயல்முறைக்கும் நொதித்தலுக்கும் சம்பந்தமே கிடையாது என்று கருதினர். யீஸ்டிலுள்ள பொருள்களே இச்செயலுக்கு முக்கியமானவை என்ருர். 'ஒருவர் மேயன்ஸ் நகரில் ரைன் நதிக்குக் குறுக்கே நீராலைகளின் வரிசையைக் கண்டாராம்; அவைகளே ரைன் நதியை ஓடச் செய்கின்றன என்று நினைத்துக்கொண்டாராம். உயிருள்ள அங்கஜீவிகள்தான் முக்கியம் என்று கருதுபவர்கள் அப்பேர்ப்பட்ட மனிதரையே ஒத்திருக்கிருர்கள்' என்று அவர் ஏளனமாகக் கூறினர்.

பத்தொன்பதாம் நூற்ருண்டின் நடுப் பகுதியில் வாழ்ந்த இரண்டு மகா நிபுணர்களுக்கு இடையே நிகழ்ந்த இந்த விவாதம் மிக நுணுக்கமான ஆராய்ச்சிக்குக் காரணமாயிருந்ததால் மட்டும் இதில் அடங்கிய விவகாரம் முக்கியமானது அன்று. அதோடு, உயிரியல் சொற்களுக்கு வரையறை கூறுவதில் உள்ள சிரமங்களை எடுத்துக் காட்டுவதாலும் இது முக்கியமானது. பார்க்கப்போனல், நொதித்தல் என்ற சொல்லின் பொருள் என்ன? யீஸ்டு துணை செய்ய, சருக்கரையிலிருந்த ஆல்கஹாலை இயற்றுவதுதானே? இதுதான் பண்டை உதாரணம். ஆனல், சருக்கரைக் கரைசல்களிலிருந்து லாக்டிக அமிலம் (சிறிது அமில்-ஆல்கஹாலும் கூட) இயற்றப்படுவதைப் பற்றி என்ன சொல்கிறது? சிற்சில

பெருங்கற்பிதக் கொள்கை - grand hypothesis. மேயன்ஸ் - Mayence. ரைன் - Rhine. நீராலைகள் - water mills. நுணுக்கமான ஆராய்ச்சி - fine research.

உஷ்ண நிலைகளில், விசேஷமாகச் சீமைச் சுண்ணும்பும் அல்புமின் பொருளும் இருக்கும்போது, இவை தாமாகவே உண்டாவனபோல் தொன்றிற்று. நொதித்தல் என்பது இதுதானு? பாஸ்டியர் இவ்விஷயத்தை ஆராயத்தொடங்கும் போது அதற்கு அந்தப் பெயர்தான் இடப்பட்டிருந்தது. அந்த ஆராய்ச்சியின் விளைவாக ஒரு மைக்ரோஸ்கோப்பினுல் காணக்கூடியதான உயிருள்ள மிக நுண்ணிய அங்கஜீவி இருப்பதைப் பாஸ்டியர் நிரூபித்தார். 'லாக்டிக அமில யீஸ்டை' (நிஜமாக இது ஒரு பாக்டீரியம்) தனியாகப் பிரித்தார். அப்படியானுல் கிட்டத்தட்ட ஒரு தலைமுறைக்கு முன், லீபிக் வாலிபப் பருவத்தினராய் இருக்கும்போது ஆராய்ந்திருந்த செயல்முறைகளைப் பற்றி நாம் என்ன சொல்வது? உதாரணமாக, கசப்பு வாதுமைப் பருப்பைத் தண்ணீரோடு அரைக்கும்போது அதில் ஒரு மாறுதல் ஏற்பட்டது. தண்ணீரில் கரையக்கூடியதாக அதிலிருந்த ஒரு பொருளிலிருந்து ஓர் எண்ணெய் (கசப்பு வாதுமை எண்ணெய்) இயற்றப்படுவதாக உள்ள ஓர் இரசாயனக் கிரியையே இது. இந்தக் காரியத்தில் செயல்புரிந்த பொருள் கசப்பு வாதுமைப் பருப்பின் தோலில் உள்ள ஏதோ ஒன்று என்று லீபிக் காட்டினுர். இந்தக் கிரியை யையும் நொதித்தல் என்னும் சொல்லுக்குள் அடக்க வேண்டியதாயிருந்தால் ஆரம்ப முதலேயே பாஸ்டியருக்குக் கஷ்டம்தான்; அவருடைய வாழ்நாள் முழுவதும் அந்தக் கஷ்டம் இருந்துகொண்டுதான் இருக்கும். ஏனென்ருல், உயிருள்ளதான மிக நுண்ணிய அங்கஜீவி எதுவும் இதில் இல்லை. யீஸ்டு அல்லது லாக்டிக அமில நொதிக்கு ஈடானது ஏதாவது இதில் இருக்குமா என்று கண்டு

சீமைச் சுண்ணும்பு - chalk. அல்புமின் - albumen. லாக்டிக அமில யீஸ்டு . lactic acid yeast. பாக்டீரியம் . bacterium. கசப்பு வாதுமைப் பருப்பு - bitter almonds.

பிடிக்க எனக்குத் தெரிந்தவரையில், பாஸ்டியர் முயலக்கூட இல்லை. அதற்குப் பதிலாக, இதையும் இதைப் போன்றவைகளையும் இவை 'நிஜமான நொதித்தல்கள்' அல்ல என்று அவர் ஒதுக்கிவிட்டார்.

இந்த விஷயத்தைப் பற்றித் தாம் ஆதியில் எழுதிய கட்டுரை ஒன்றில் தம் ஆராய்ச்சிகளின் விளைவைப் பற்றிப் பாஸ்டியர் பின்வருமாறு கூறுகிறார்: 'நொதித்தல்கள் என்று **கிரமமாகக் கூறப்படக்கூடிய** லாக்டிக, பியூட்டிரிக நொதித்தல்களும், டார்டாரிக அமிலம், மாலிக அமிலம், யூரியா என்ற பொருள்களின் நொதித்தல்களும் ஆகிய எல்லாமும், எப்போதும், உயிருள்ள அங்கஜீவிகள் இருப்பதோடும், அவை இனம் பெருகுவதோடும் சம்பந்தப் பட்டவை என்று கண்டேன். என்னுடைய அபிப்பிராயப் படி அல்புமின் அடங்கிய பொருள்கள் நொதிகள் அல்ல; நொதிகளின் உணவே அவை. நிஜமான நொதிகள் ஒழுங்கமைப்புள்ள வியக்திகள்.' இந்தக் கடைசி இரண்டு சொற்களால் பாஸ்டியர் உயிருள்ள அங்கஜீவிகளைக் குறிப்பிடுகிறார். தடித்த எழுத்துக்கள் நான் இட்டவை; பாஸ்டியர் இட்டவை அல்ல. ஆனால், பாஸ்டியரின் இரண்டாவது பெரும் பொதுக்கூற்றில் தம்மையறியாமலே ஒரு பாவனை அடங்கியிருக்கிறது; அதை இந்தத் தடித்த எழுத்துக்கள் எடுத்துக் காட்டுகின்றன. நொதித்தலைப் பற்றி அவர் கூறிய வரையறைகளிலிருந்து சில உயிர்-இரசாயன மாறுபாடுகளை அவர் விளக்கியதற்கு ஆதாரமாக, 'அடிப்படையான மூலக்கூறு-மாறுபாடுகள் மற்றவைகளில் நிகழ்வதைக் காட்டினும் அவற்றில் குறைவாக இருந்தன'

நிஜமான நொதித்தல்கள் - true fermentations. கிரமமாக - properly. பியூட்டிரிக - butyric. டார்டாரிக அமிலம் - tartaric acid. மாலிக அமிலம் - malic acid. யூரியா - urea. ஒழுங்கமைப்புள்ள வியக்திகள் - organised entities. அடிப்படையான - drastic.

என்று அவர் கூறக்கூடும், உண்மைதான். ஆனபோதினும், பாஸ்டியர் முதலில் இந்தக் காரியத்தில் இறங்கியபோது அங்கக-இரசாயனம் அவ்வளவு அதிக வளர்ச்சி பெறவில்லை. ஆதலால், இவ்விரண்டுக்கும் உள்ள பேதத்தை இக்காலத்தில் நாம் தெளிவாகத் தெரிந்துகொள்ளும் அளவுக்கு அவரால் தெரிந்துகொள்ள முடியவில்லை.

தாம் அட்டவணைப்படுத்திய மாறுபாடுகள் ஏற்படுவதற்கு உயிருள்ள அங்கஜீவிகள் பெருகுவது அவசியம் என்று பாஸ்டியர் வாஸ்தவத்தில் நிரூபித்தார். அது மட்டுமன்று; அங்கஜீவிகள் இருந்தால் மட்டும் போதாது, அவை வளர்ச்சியடைந்து வருவதும் அவசியம் என்றும் நிரூபித்தார். இந்த வித்தியாசம்தான் எல்லாவற்றிலும் முக்கியமானது. ஏனென்றால், நொதித்தலை இயற்றுவதற்கு அவசியமாக வேண்டியிருந்த சிதைவுறும் பொருள்களை இறந்த செல்கள் அளிக்கக்கூடும் என்று லீபிக்கும் அவரைப் பின்பற்றியவர்களும் சொல்லி வந்தார்கள். ஆனால் பாஸ்டியரோ மைக்ரோஸ்கோப்பை வியக்கத்தக்க திறமையோடு உபயோகித்தும், பற்பல உத்திகளைப் புத்தமைப்பாக அமைத்தும் (இவை சூக்கும-உயிரியலில் பிரமாணங்களாக ஆகிவிட்டன), மேற்கூறிய நிகழ்ச்சிகளில் காற்று இல்லாதபோதும், சூக்கும அங்கஜீவிகளின் வளர்ச்சியும் இரசாயன மாறுபாடுகளும் ஒன்றையொன்று சார்ந்து நிகழ்ந்தன என்று ஆணித்தரமாக நிரூபித்தார். வாஸ்தவத்தில் நெடு நாளாகுமுன் அவர் மற்றும் ஒரு பெருங் கற்பிதக் கொள்கையைப் பின்வருமாறு வெளியிட்டார்: 'நொதித்தல் என்பது ஆக்ஸிஜன் இல்லாமல் உயிர் வாழ்க்கை.'

அட்டவணைப்படுத்திய - listed. பெருகுவது - multiplication. சிதைவுறும் - decomposing. உத்திகள் - techniques. புத்தமைப்பு - invention. சூக்கும-உயிரியல் - micro-biology. பிரமாணங்கள் - standards.

ஆராய்ச்சியாளரின் பிந்திய தலைமுறைகளில் வந்தவர்கள் கண்டுபிடித்தவை எவை என்றும், இந்நாளில் இவ்விஷயத்தின் நிலை என்ன என்றும் இனிக் கவனிப்போம். உயிருள்ள யீஸ்டுத் தொகுதி ஒன்றை மிகவும் அழுத்தமுறும்படி நசுக்கினால் அதிலிருந்து ஆல்கஹாலை நொதிக்கச் செய்யும் 'ஏதோ ஒன்று' அடங்கிய சாறு கிடைக்கிறது என்பதைப் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் முடிவில் ஜெர்மனி நாட்டு விஞ்ஞானி ஒருவர் கண்டுபிடித்தார். இந்தப் பரிசோதனையை லீபிக் செய்திருக்கக்கூடுமானால், அவர் கையில் அது ஒரு வலிய ஆயுதமாக இருந்திருக்கும். ஏனென்றால், ஓர் உயிருள்ள ஸெல்லின் விளைவுப்பொருள் ஒன்றால், அந்த உயிருள்ள ஸெல் இல்லாதபோதும்கூடச் சருக்கரையிலிருந்து ஆல்கஹாலை இயற்றக்கூடும் என்பதைப் பற்றிச் சிறிதும் சந்தேகம் இல்லாதிருந்திருக்கும்.

சென்ற ஐம்பது வருஷங்களாக உயிரியல் விற்பன்னர்கள், உயிர்-இரசாயனிகள் ஆகியோர் செய்த ஏராளமான வேலைகளின் விளைவாக, லீபிக்-பாஸ்டியர் விவாதக் கட்சிகள் இரண்டுக்கும் பொருத்தமான இடம் அளிக்கும் ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தை அமைக்க முடிந்தது. வாழ்க்கைச் செயல்முறைகளில் நிகழும் மாறுபாடுகள் எல்லாம் விசேஷமான கிரியா-ஊக்கக் கிரியைகள் என்று நாம் இப்போது நம்புகிறோம். அதாவது, நாம் **கிரியா ஊக்கிகள்** என்று வழங்கும் சில தனிப்பட்ட பொருள்கள் நுண்ணிய அளவில் இருக்கும்போது மட்டுமே, கவனிக்கக்கூடிய அளவில் விரைவாக, நடைபெறும் உருவ மாறுபாடுகள். இயற்கையில் காணப்படும் **கிரியா-ஊக்கிகளை** நாம் **என்ஸைம்** என்று கூறுகிறோம். அவைகள் எல்லாம்

கிரியா-ஊக்கக் கிரியைகள் - catalysed reactions. கிரியா-ஊக்கிகள் - catalysts. தனிப்பட்ட - special. உருவ மாறுபாடுகள் - transformations. என்ஸைம் - enzyme.

புரோட்டீன்களாகவே காணப்படுகின்றன. அவைகளில் பல தூய படிக வடிவத்தில் பிரித்து எடுக்கப்பட்டுவிட்டன. சுருக்கமாக, இப்போதுள்ள நிலை இதுதான். கசப்பு வாதுமை எண்ணெய் உண்டானது (இதுவே லீபிக் முதலில் கவனித்தது) உயிருள்ள அல்லது உயிரற்ற ஸெல்களிலிருந்து எளிதாக என்ஸைம் ஒன்றால் இயற்றப்பட்ட ஒரு மாறுதலாக உள்ளது. ஆதலால் உயிருள்ள அங்கஜீவிகள் இல்லாத போதும், அப்பேர்ப்பட்ட மாறுதல்களைத் தோன்றச் செய்வதில் ஒரு மந்திரமோ தந்திரமோ இல்லை. ஆனபோதிலும், சருக்கரையிலிருந்து ஆல்கஹாலாகவோ, அல்லது சருக்கரையிலிருந்து லாக்டிக அமிலமாகவோ மாறிய மாறுபாடும், பாஸ்டியரின் மற்றெல்லா 'நிஜமான நொதித்தல்களும்' சாதாரணச் சூழ்நிலையில் உயிருள்ள ஸெல்லை விட்டு வெளியே செல்லாதிருக்கும் என்ஸைம்களால் இயற்றப்பட்டவை. ஆகையால், இந்த மாறுதல்கள் நிகழவேண்டுமானால், ஸெல் உயிருள்ளதாகவும் சுறுசுறுப்புள்ளதாகவும் இருக்கவேண்டும். ஏனென்றால், அப்படி இருந்தால்தான் சருக்கரை உயிருள்ள ஸெல்லுக்குள் புக முடியும். புகுந்து, **ஸெல்லின் உட்புற** என்ஸைம்களால் அந்தக் கரைசலுக்குள் மறுபடியும் ஒழுகும் (ஆல்கஹாலோ அல்லது லாக்டிக அமிலமோ ஆகிய) விளைவுப் பொருள்களாக உருமாற்றம் அடையமுடியும்.

இவர்களில் யார் சரி? பாஸ்டியரா? அல்லது லீபிக்கா? இரண்டு பேரும் இல்லை என்றே நான் சொல்லுவேன். சிதைவுறும் பொருளின் பரிவு-அதிர்வுகளைப் பற்றி லீபிக் கொண்ட கருத்துக்கள் பயன்களை விளைவிப்பவை அல்ல. மேலும், எல்லாக் கவனக்குறிப்புக்களோடும் அவை இணங்

புரோட்டீன் - protein. தூய படிக - crystal. ஸெல்லின் உட்புற - ntra-cellular. பரிவு-அதிர்வு - sympathetic vibrations,

கிப் பொருந்த மாட்டாதவை. இவைகளைத் தவிர, பாஸ்டியரின் பொதுக்கூற்று ஒரு குறுகிய அளவிலாவது உண்மையானது என்று லீபிக் தெரிந்துகொள்ளத் தவறியது விஞ்ஞானக் குருட்டுத்தனம் என்பது நிச்சயம். பாஸ்டியரின் பொதுக்கூற்று பிழையானதுதான். ஆயினும், அது அற்புதமாகப் பயன்விளைவிப்பதாக இருந்தது. நான் எச்சரிக்கையான ஐயப்பாடுள்ளவன் என்னும் நிலையை மேற்கொண்டவனாக இருந்தால், பயன்தரும் மனக்கோள்களின் மூலமாகவோ மனக்கோள் திட்டங்களின் மூலமாகவோ, என் வினாக்களுக்குப் பதிலளிக்க மறுக்கவேண்டும். இந்தப் பத்தியின் தொடக்க வாக்கியத்தில் உயிரியலின் ஆதிக்கம் என்னை மடக்கி விட்டது என்பதையும், ஆகவே நான் ஒரு விவேக-ரீதியான வினாவைக் கேட்டுவிட்டேன் என்பதையும் வாசகர்கள் கவனித்திருக்கலாம். ஆனால், இதற்குத் தெளிவாகவும் திருத்தமாகவும் உள்ள விடையை ஒருவராலும் அளிக்க முடியாதிருப்பது ஐயப்பாடுடைய இரசாயனியின் சார்பாகக் கூறக்கூடிய சான்று என்று நான் சொல்லுவேன். ஆனபோதிலும், இந்த விவகாரத்தை மேல் நடத்தும் ஆசைக்கு நான் இடங்கொடுக்கப் போவதில்லை.

ஒருபுறம், நொதித்தல் என்னும் சொல்லை வரையறுப்பதிலுள்ள கஷ்டத்தை வற்புறுத்துவதோடும், மற்றொரு புறம், ஓர் உயிருள்ள அங்கஜீவிக்கும் சிக்கலான நிகழ்ச்சித் தொடருக்கும் உள்ள உறவுகளை நிலைநாட்டுவதோடும் இந்த அத்தியாயத்தை முடிக்கப் போகிறேன். நொதித்தல் என்னும் சொல்லுக்குப் பதிலாக நியூமோனியா (நெஞ்சுச்சளி) அல்லது டைபாய்டு அல்லது தட்டம்மை அல்லது டைபஸ் என்னும் சொல்லையும், நொதி என்னும் சொல்லுக்குப்

நியூமோனியா - pneumonia. டைபாய்டு - typhoid. தட்டம்மை - easles. டைபஸ் - typhus.

பதிலாகப் பாக்டீரியம் அல்லது ஏஜெண்டு என்னும் சொல்லையும் பிரதியீடு செய்வோம். அப்போது பாஸ்டியர் அத்தனை காரியங்களைச் செய்து உதவிய நோய்ப் பிரச்சினைகள் பலவும் தென்படும். 'கிருமிக் கோட்பாட்டின்' வளர்ச்சியில் முக்கியமான நிகழ்ச்சிகளை மறுபடியும் கவனித்து, பிறகு இந்த நூற்றுண்டில் வைரஸ்களைப் பற்றிச் செய்யப்பட்ட காரியங்களையும் கவனித்தால், அது மிகவும் பயனுள்ள முயற்சியாக இருக்கும். வைத்தியத் துறையில் இப்படிப் புக முயலுவதற்குப் பதிலாக, பாஸ்டியரைப் பற்றி டூபோ எழுதிய ஜீவிய சரிதத்தை இன்னும் ஒரு முறை பார்க்கும்படி வாசகர்களைக் கேட்டுக்கொள்கிறேன். பயன்தரு உயிரியல் - விற்பன்னர்களின் முறைகளுக்கும் இரசாயனி, பௌதிகர் ஆகியோர்களின் முறைகளுக்கும் இடையே உள்ள ஒற்றுமை வேற்றுமைகளையும் அந்நூலில் காணலாம். அதுவும் தவிர, நான் முன்னுல் குறிப்பிட்ட உயிரியல் துறையில் தூய விஞ்ஞானத்துக்கும் பயன்தரு விஞ்ஞானத்துக்கும் உள்ள நெருங்கிய உறவு பாஸ்டியரின் வாழ்க்கைச் சரித்திரத்தால் நன்கு விளக்கப்படுகிறது. பரிசோதனை விஞ்ஞானங்களின் முறைகளைத் தெரிந்து கொள்ளக் குறுகுறுப்புடையோருக்கும் இந்த ஆராய்ச்சியாளரின் வேலை ஒருசெல்வம் நிறைந்த சுரங்கம்போன்றது. வாஸ்தவத்தில், பாஸ்டியர் உயிரியல் துறையில் அடிவைக்கும்போது செய்த ஆதி-விவாதங்களில் ஒன்று கற்போருக்கு மிகவும் பயன்தருவது. அதற்கே ஒரு தனி அத்தியாயம் வேண்டும். உடலியல், உயிர்-இரசாயனம் ஆகியவற்றை இதுவரைக் கவனித்தோம்; இனி தாவரங்கள் பிராணிகள் ஆகியவற்றின் சுயப் பிறவியைப் பற்றிக் கவனிப்போம்.

பாக்டீரியம் - bacterium. ஏஜெண்டு - agent. பிரதியீடு செய் - substitute கிருமிக் கோட்பாடு - germ theory. வைரஸ் - virus. பாஸ்டியர் - Pasteur. டூபோ-Dubos. பயன்தரு - applied. சுயப் பிறவி-spontaneous generation.

உயிரியலில் பரிசோதனையும் கவனக் குறிப்பும்: சுயப்பிறவியைப் பற்றிய விவாதத்திலிருந்து உதாரணங்கள்

முந்திய அத்தியாயத்தின் கடைசிப் பகுதிகளில் நொதித்தலைப் பற்றிப் பாஸ்டியர் ஆராய்ந்த விஷயம் கூறப் பட்டது. வாழ்க்கைச் செயல்முறைகளை வரையறுப்பதி லும் ஆராய்வதிலும் உள்ள கஷ்டங்களைப் பற்றி அதிலிருந்து சிறிது தெரிந்துகொண்டோம். இக்காலத்தில் உடலியல் என்றும், உயிரியல்-இரசாயனம் என்றும் வழங்கும் இரண்டு உயிரியல் துறைகளைப் பற்றியும் அங்குச் சிறிது கூறப் பட்டது. இந்த அத்தியாயத்தில், உயிர்-இரசாயனம் மிகச் சிறிதளவிலேயே சம்பந்தப்பட்டவையான ஆராய்ச்சிகளைக் கவனித்து, அப்படிச் செய்வதன் மூலமாகப் பரிசோதனை-உயிரியல் முறைகளை விளக்கலாம் என்று நினைக்கிறேன். உயிரியல் பரிசோதனைகளில் காணும் மாறிகளை நியமப்படுத் துவதில் உள்ள கஷ்டங்களையும், 'நியமப் பரிசோதனை' என்று புதிதாக அமைக்கப்பட்ட ஒரு சொற்றொடரால் குறிக்கப்படும் ஒருவகைச் செயல்முறையின் அவசியத்தை யும் முக்கியமாகச் சுட்டிக் காட்டப்போகிறேன். சுயப் பிறவி என்னும் சித்தாந்தத்தைப் பற்றிய விவரங்களின் பல்

சுயப்பிறவி - spontaneous generation. விவாதம் - controversy. உயிரியல்-இரசாயனம் - biochemistry. பரிசோதனை-உயிரியல் - experimental biology. நியமப் பரிசோதனை - control experiment. நுண்ணாராய்ச்சி - investigation.

வேறு நிகழ்ச்சிகளை ஆராய்வது இந்தக் காரியத்தில் நன்கு பயனுள்ளதாக இருக்கும். பதினேழாம் நூற்றாண்டில் நுண்ணாராய்ச்சி செய்த ஓர் இத்தாலியரின் வேலையையும், பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் ஓர் ஆங்கிலேயருக்கும் ஓர் இத்தாலியருக்கும் நடந்த விவாதத்தையும் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் மூன்றாவது கால் பகுதியில் பிரெஞ்சு விஞ்ஞானிகளுக்கும் ஆங்கில விஞ்ஞானிகளுக்கும் இடையே நிகழ்ந்த ஒரு மும்முரமான விவாதத்தையும் இப்போது மிகவும் சுருக்கமாகக் கவனிப்போம். முறைப்படுத்துபவர்களுக்கும் விஞ்ஞானிகளுக்கும் இடையே ஒரு பேதத்தைக் காணுவது பயன் அளிக்கக்கூடியது என்று நாம் முந்திய அத்தியாயத்தில் பார்த்தோம். ஆனபோதிலும், உயிரியல் நிபுணர்கள் செய்த வேலைகளில் மேலே குறிப்பிட்ட சில மாதிரிகளைக் கவனித்தால், கவனக்குறிப்பைப் பரிசோதனையிலிருந்து பகுப்பதான தெளிவான வரையறைக் கோடு ஒன்றும் இல்லை என்பது தெரியும். வான-சாஸ்திரத்தைக் கவனக்குறிப்பு சம்பந்தமான ஒரு விஞ்ஞானம் என்றும், பௌதிகத்தைப் பரிசோதனை விஞ்ஞானம் என்றும் கருதலாம். ஆனபோதிலும், வான சாஸ்திரத்துக்கும் பௌதிகத்துக்கும் இடையே, அவைகளின் முறைகளின் நிமித்தமாக, யாதொரு யதார்த்தமான பேதமும் இல்லை என்று நெடுங்காலத்துக்கு முன்னமேயே ஒயிட்ஹெட் எடுத்துக் காட்டியிருக்கிறார்.

அழுகும் இறைச்சியில் புழுக்கள் சுயமாகப் பிறக்கின்றன என்று சொல்லப்பட்ட விஷயத்தைப் பற்றிப் பிரான்ஸிஸ்கோ ரேடி செய்த ஆராய்ச்சியானது கவனக் குறிப்புக்

முறைகளின் நிமித்தமாக – methodological. ஒயிட்ஹெட் - Whitehead. (ஹார்வர்டு பல்கலைக் கழகத்தில் பேராசிரியராக இருந்தவர். விஞ்ஞானமும் நவீன உலகமும் என்னும் நூலின் ஆசிரியர்). அழுகும் - putrefying. பிரான்சிஸ்கோ ரேடி - Francisco Redi.

கும் பரிசோதனைக்கும் உள்ள சம்பந்தங்களை எளிமையாகவும் தெளிவாகவும் விளக்கிக் காட்டுகிறது. நான் ஏற்கெனவே குறிப்பிட்டபடி, இயற்கை-விஞ்ஞானி, வைத்தியர் ஆகியோர் கையாளும் வழக்கங்களையும் அக்கடெமியா டெல் சிமென்டோவின் முறைகளையும் இந்த ஆதி நுண்ணாராய்ச்சியாளர் தம்முடைய செயலில் இணைத்திருந்தார். இறைச்சியில் புழுக்கள் உண்டாவதைப் பற்றித் தாம் செய்த ஆராய்ச்சிகளின் முடிவுகளை ரேடி 1668ல் வெளியிட்டார். அவை அதற்கு முன்னதாகக் கொள்ளப்பட்டிருந்த அபிப்பிராயங்களுக்கு விரோதமானவை. ஏனென்றால், பல நாட்களுக்குப் பிறகு இறைச்சியில் தோன்றும் புழுக்கள் சுயமாக உண்டாக்கப்பட்டவை இல்லை என்று, யாவரும் ஒப்புக்கொள்ளும்படி., அவர் நன்கு நிரூபித்துக் காட்டினார். அவ்வாறு அல்லாமல், ஈக்கள் அவற்றின் மீது இட்ட முட்டைகளிலிருந்தே அந்தப் புழுக்கள் தோன்றியுள்ளன என்றார். சாதாரணமான சூழ்நிலைகளில் நிகழும் ஓர் இயற்கைத் தோற்றத்தை ஜாக்கிரதையாகக் கவனித்துக் குறித்த ஒரு வர்ணனையைக் கூறி ரேடி தம்முடைய வரலாற்றைத் தொடங்குகிறார்; தாம் கவனக் குறிப்பிலிருந்து தொடங்கிப் பரிசோதனைக்குச் சென்றது எவ்வாறு என்பதைத் தெளிவாக விளக்குகிறார். ஜூலை மாதத்தின் நடுவில் பிளாரென்ஸ் நகரில் ஒரு திறந்த பெட்டியில் பல நாட்களாக வைத்திருந்த இறைச்சியின் புறப்பரப்பில் தாம் கண்டதை ரேடி முதலில் சொல்கிறார். அந்த இறைச்சியின் புறப்பரப்பின் மீது புழுக்கள் மட்டும் அன்றி வேறு சில சிறிய பொருள்களும் காணப்பட்டனவாம். அவற்றை அவர் முட்டைகள் என்று குறிப்பிடுகிறார்.

முட்டை - egg. புழுப்பாக்கள் - pupae. (உறங்கு புழுக்கள். பூச்சிகளில் புழுநிலைக்கும் முழுப்பூச்சிநிலைக்கும் இடையிலுள்ள நிலை. இயக்கமும் ஊணும் இன்றி வளர்ச்சி நடைபெறும் ஒரு நிலை).

(வாஸ்தவத்தில் அவை பியூப்பாக்கள்). அவைகளிலிருந்து குஞ்சு பொரித்துப் பல ஈக்கள் வெளிவருவதையும் அவர் கண்டார். இவற்றைப் பற்றி ரேடி சொன்னதாவது : 'சிறிய கருநிறமான ஈக்களின் குஞ்சுக் கூட்டங்கள் பல காணப்பட்டன....அநேகமாக எப்பொழுதுமே அந்த அழுகும் இறைச்சி....புழுக்களால் மட்டும் அன்றி, நான் மேலே சொல்லியபடி, புழுக்களாலும் குஞ்சு பொரித்து வரும் முட்டைகளாலும் மூடப்பட்டிருப்பதைக் கண்டேன். ஈக்களால் இறைச்சிகளின் மீது இடப்பட்டவையாயும் இறுதியில் புழுக்களாக உரு மாறியவையாயும் உள்ள படிவுகளைப் பற்றி இந்த முட்டைகள் என்னைச் சிந்திக்கச் செய்தன. நம்முடைய அக்காடமியின் அகராதியை அமைத்தவர்கள் இந்த உண்மையைக் குறித்திருந்தார்கள். மேலும், கோடைக்காலத்தில் தங்களுடைய இறைச்சிகள் அழுக்கினால் மலினமடையாமல் காப்பதற்கு வெள்ளைத் துணிகளால் அவைகளை மூடிக் காப்பாற்றும் வேட்டைக்காரர்களுக்கும், கசாப்புக்கடைக்காரர்களுக்கும் இது நன்கு தெரிந்திருந்தது.'

இயற்கை விற்பன்னரும், அத்துறையில் வெளிப்புலத்தில் வேலை செய்தவரும், இயற்கையாகவே உயிரியல் செய்முறைகள் நடைபெறுவதை வெகு ஜாக்கிரதையாகக் கவனித்தவரும் ஆகிய ஒருவர் பதிவு செய்த குறிப்பு இது. மேற்கோளில் நான் தடித்த எழுத்தில் அழுத்தமாகக் காட்டிய இந்தக் கவனக் குறிப்புக்கள்தாம் ஈக்களின் படிவுகளிலிருந்தே எல்லாப் புழுக்களும் உற்பத்தியாயின என்னும் கற்பிதக் கொள்கைக்குக் காரணமாக இருந்தன என்று தோன்றுகிறது. ஏனென்றால், அடுத்த பத்தியில்

படிவுகள் - deposits. வெளிப்புலத்தில் வேலை செய்பவர் - fieldworker. (சோதனைச்சாலையிலன்றி, வெளியிடத்தே ஆராய்ச்சிகளை நடத்துபவர்.

ரேடி குறிப்பதாவது: 'இந்த விஷயங்களை ஆலோசனை செய்த பிறகு, இறைச்சியில் காணப்படும் புழுக்கள் எல்லாம் ஈக்கள் இட்ட பொருள்களிலிருந்து உண்டாயின என்றும், இறைச்சி அழுகுவதால் அவை உண்டாகவில்லை என்றும் நான் நம்பத்தொடங்கினேன்.' ஓர் உயிரியல் துறையில் தோன்றிய பெரும் காரியக் கற்பிதக் கொள்கைக்கு இது ஓர் உதாரணம். இதிலிருந்து சில விளைவுகள் ஏற்படுகின்றன; குறிப்பிட்ட பரிசோதனையால், அதாவது செயற்கையாக அமைக்கப்பட்ட ஏதாவது ஒரு நிலையைக் கவனிப்பதால், அவ்விளைவுகளைச் சோதிக்கலாம். அந்தக் காலத்தில், வாயுவியலையும் நிலைத்திரவ-இயலையும் ஆராய்ந்து கொண்டிருந்த அக்கடெமீயா டெல் சிமென்டோவின் அங்கத்தினர்கள் நடத்திவந்த காரிய முறையையே ரேடியும் பின்பற்றினர் என்பது தெளிவு. அவர் நிகழ்த்திய பரிசோதனைகள் மிகவும் எளிமையானவை ; ஆயினும், அவை தம்முடைய காரியத்துக்கு மிகவும் இன்றியமையாதவை என்று அவர் உணர்ந்தார். ஏனெனில், 'பரிசோதனையால் உறுதியளிக்கப் பெறாத நம்பிக்கை எல்லாம் வீண்' என்று அவர் எழுதுகிறார்.

ஆகவே, அழுகும் இறைச்சியில் புழுக்களை உண்டாக்குவதற்கு ஈக்கள் இன்றியமையாதவை என்னும் தம்முடைய கற்பிதக்கொள்கையைச் சோதிக்கும் பொருட்டு ரேடி முதலில் ஈக்களை நீக்கிப் பார்த்தார். இந்தக் காரியத்தின் நிமித்தம் அவர் கண்ணாடிக் குடுவைகளில் இறைச்சியை வைத்து நன்றாக மூடிவிடுகிறார்; 'பல நாட்கள் சென்றுவிட்ட போதிலும்' ஒரு புழுவும் கூட அதில் காணப்படவில்லை என்பதைத் திருப்தியோடு குறிக்கிறார். ஆனால்,

வாயுவியல் - pneumatics. நிலைத்திரவ இயல் - hydrostatics. அக்கடெமீயா டெல் சிமென்டோ - Accademia del Cimento. குடுவை - flask. மாதிரிகள் - samples. மடங்கிக் காணும் – recurring.

அதே பத்தியில் அவர் மற்றொரு முக்கியமான கவனக் குறிப்பைப் பற்றியும் சொல்லுகிறார்; அதாவது, அவை களைப் போன்ற **திறந்த** குடுவைகளில் வைக்கப்பட்ட அதே இறைச்சியின் வேறு சில மாதிரிகள் அதே காலத்தில் விரைவில் 'புழுத்துப் போயின; ஈக்களும் காணப்பட்டன' என்றும் அவர் சொல்லுகிறார். பரிசோதனை உயிரியலில் மீளமீள மடங்கிக் காணும் தோற்றமாகிய **நியமப் பரிசோதனைக்கு** இது ஒரு நல்ல உதாரணம். ரேடி செய்த வேலையைச் சுருக்கமாகக் கூறி முடித்தபின், இதைப் பற்றி நான் இன்னும் சிறிது சொல்லவேண்டியிருக்கும்.

ஈக்களை வராமல் தடுத்தபோது, ரேடி காற்றோட்டமும் இல்லாதபடி தடுத்துவிட்டார். இதிலிருந்து 'புழுக்கள் இல்லாமலிருந்ததற்கு ஈக்கள் இல்லாமலிருந்தது காரணம் அன்று; காற்றோட்டத்தைத் தடுத்ததுதான் இதற்குப் பொறுப்பாளி' என்று யாராவது சொல்லலாம் அல்லவா? இந்த விஷயத்தைச் சோதிப்பதற்கு ரேடி ஓர் எளிய செயல் முறையை உபயோகித்தார். 'காற்றை உள்ளே புகவிடக் கூடிய மெல்லியதான நேபிள்ஸ் முகமூடித் துணி'யால் அவர் குடுவைகளை மூடினார். அப்போதும்கூடப் புழுக்கள் ஒன்றும் காணப்படவில்லை. இந்த நல்ல ருசு அவருக்குக் கிடைத்ததும், அவர் இந்தப் பிரச்சினை தீர்ந்துவிட்ட தாகவே கருதினார்; சுயப் பிறவி என்று கூறப்பட்ட இந்த விஷயத்தை அவர் மறுபடியும் பின்பு ஒரு நாளும், எனக்குத் தெரிந்த வரையில், புனராலோசனைக்கு எடுத்துக்கொள்ளவில்லை. ஆயினும், ஐயப்பாடுடைய ஒருவர் தாம் கொள்ளக்கூடிய தீர்மானங்கள் என்ன என்ன என்பதைப் பற்றித் தமக்குள்ள ஐயங்களை எதுவரையில் செலுத்தலாம்

நியமப் பரிசோதனை -control experiment. மெல்லியதான நேபிள்ஸ் முக மூடித் துணி - fine Naples veil. ஐயப்பாடுடைய - skeptic.

என்று தெரிந்துகொள்ளும் பொருட்டு, இங்கே சற்றே தங்கிக் கவனிப்பது பயனளிக்கக் கூடும். அப்படிச் செய்கையில், உயிரியல் பரிசோதனைகளுக்கும் பௌதிகப் பரிசோதனைகளுக்கும் இடையே உள்ள சில ஒற்றுமை வேற்றுமைகளும் தெரியவரக் கூடும்.

நியமப் பரிசோதனை

மாறிகளை நியமப்படுத்துவதைப் பற்றி ஏற்கெனவே நாம் கவனித்திருக்கிறோம். இந்த முக்கியமான தத்துவம் இந்தப் பரிசோதனைகளிலும், ஆனால் சற்றே மாற்றம் அடைந்த உருவத்தில், தோன்றுகிறது, ரேடியின் செயல் முறைகளைக் கவனித்துப் பார்த்தால், மூன்று மாறிகள் இருப்பதை அவர் காரியத்தில் கவனித்திருந்தார் என்று சொல்லலாம். அவையாவன : (1) ஈக்கள், (2) காற்றோட்டம், (3) காலம் இடம் வெப்பம் இறைச்சிவகை ஆகியவற்றின் விளைவுகளின் மொத்தத் தொகுதி. இவற்றுள் முதல் இரண்டு மாறிகளின் விளைவுகளைச் சோதிக்கும் முறைகளும் விவேக-ரீதிப் பரிசோதனைகளுக்கு நல்ல தெளிவான உதாரணங்கள். ராபர்ட் பாயிலின் செயல் முறைகளுக்கும் அவைகளுக்கும் எவ்வகையிலும் வித்தியாசம் இல்லை. மூன்றுவது மாறி இதற்கே விசேஷமாக உள்ளது. ரேடி அதைப் பற்றிக் குறிப்பிட்டுக் கூறவில்லை. ஆனால் அவர் 'நியமப்படுத்திய பரிசோதனையை' ஏற்படுத்திக்கொண்ட காரணத்திலிருந்து அது இன்னது என்று தெளிவாக ஊகிக்கப்படக் கூடியது. ஒரே இறைச்சியின் மாதிரிகள் அடங்கிய திறந்த குடுவைகளையும் மூடிய குடுவைகளையும் ஒன்றின் பக்கத்தில் ஒன்றாக அவர் வைத்த

நியமப் பரிசோதனை - control experiment. மாறிகள் – variables. ராபர்ட் பாயில் - Robert Boyle. மாதிரிகள் - samples.

படியால், 'ஆனால், ஒருவேளை அவர் சோதனை செய்த அந்த நாளில் அந்த இறைச்சி நன்கு மூடப்பட்டிருக்கா விட்டாலும்கூட, அது புழுக்களை உண்டாக்காமல் இருந்திருக்கலாம்' என்னும் குறையைக்கூட ஒருவரும் கூற இடமில்லாதபடி, தாம் இப்படிச் செய்த காரியத்தின் மூலமாக, ரேடி தக்கவாறு பதிலளித்துவிட்டார்.

உயிரியலில் செய்யப்படும் நியமப் பரிசோதனையின் முக்கியத்துவம் என்னவென்றால், கிடைக்கும் முடிவுகளைச் சோதிக்கப்பட்டுவரும் மாறி ஒன்று மட்டுமே பாதிக்கும் படியான ஓர் உறுதியான ஏற்பாட்டைச் செய்ய முயலுவதாகும். இந்த முறை உயிரியல் விஞ்ஞானங்களில் மட்டிலும் பின்பற்றப்படுவதன்று. பை-டி-டோமின் அடிவாரத்தில் வைத்திருந்த இரண்டாவது பாரமானியைக் கவனிப்பதற்குப் பேரியே ஒருவரை நியமித்துவைதபோது (பக்கம் 132) அவர் ஒரு நியமப் பரிசோதனையையே கையாண்டார். ஆனால், இந்த முறைக்கு உயிரியல் பரிசோதனைகளில் ஒரு விசேஷமான முக்கியத்துவம் இருக்கிறது; ஏனென்றால், தன்மைகள் இன்னவையென்று தெரியாத எத்தனையோ மாறிகள் பலகாலும் அவைகளில் சம்பந்தப்படக்கூடும். ஓர் அம்சத்தைத் தவிர மற்றைய எல்லா அம்சங்களிலும் முற்றொருமை உடையவையான இரண்டு பரிசோதனைகளையோ அல்லது அதற்கு மேற்பட்டவைகளையோ ஒருபோகாக நடத்துவதால் அந்த மாறிகளைச் சாதாரணமாக நீக்க முயலுகிறார்கள். அப்படிச் செய்யும்போது என்ன என்ன வித்தியாசங்கள் காணப்படுகின்றனவோ, அவ்வவற்றுக்கு ஒரே ஒரு தெரிந்த மாறி மட்டுமே காரணமாக இருக்கும்.

பை-டி-டோம் - Puy-de-Dome. **பாரமானி** - barometer. **பேரியே** Perier. **ஒருபோகாக** - parallel. **மாறி** - variable.

ரேடியின் பரிசோதனைகளையும் அவருடைய தீர்மானங்களையும் பரிசிலனை செய்தால், உயிரியல் உத்திகளுக்கும் பௌதிக விஞ்ஞான உத்திகளுக்கும் இடையே உள்ள வேறு பல வித்தியாசங்களும் தெரியவருகின்றன. பரிசோதனைகளால் தெரியவந்த உண்மைகளை அடிப்படையாக வைத்துக் கொண்டு எவ்வளவு விரிவான பொதுக்கூற்றைக் கூறலாம் என்று தீர்மானிப்பது பல வேளைகளில் கஷ்டமாக இருக்கிறது. ரேடி செய்த சோதனையில் நாம் வரம்பிட்ட பொருளில் வழங்கும் 'உண்மைகள்' என்ற சொல்லை உபயோகிப்பதால் நாம் குறிப்பிடுபவை என்ன? மற்றொருவரால் மீண்டும் செய்து பார்க்கக்கூடிய பரிசோதனை நிலையாகிய 'ஈக்கள் இறைச்சியை அடைய வழி யில்லையானல், புழுக்களும் காணப்படுவதில்லை' என்பதுதான் என்று தோன்றுகிறது. ஆனல் பிளாரென்ஸ் நகரில் ஜூலை மாதத்தின் நடுவில் இது உண்மை என்று மட்டுமே நிரூபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. உலகத்தின் எல்லாப் பகுதிகளிலும், எல்லா வகையான இறைச்சிகளின் விஷயத்திலும் கூட இது உண்மையாக இருக்குமா? 'இறைச்சி', 'ஈக்கள்' என்னும் சொற்களால் நாம் பொருள் கொள்வது என்ன? நெருப்பு' 'எண்ணெய்' 'கந்தகம்' என்று அக்காலத்தில் வழங்கிய சொற்களால் 1868ல் என்ன என்ன குறிப்பிடப்பட்டனவோ அவைகளைக்காட்டிலும் இவை தெளிவு குறைந்தவை அல்ல, சந்தேகமில்லை. ஆனல், லவாய்சியேயும் பிரீஸ்ட்லியும் உபயோகித்த 'செந்நிறப் பாதரஸ ஆக்ஸைடு' என்னும் சொற்களைவிட இவை மிகவும் தெளிவு குறைந்தவை. சுருங்கக் கூறின், மற்றொரு பரிசோதனையில் உபயோகிக்கக் கூடிய பொருளை நிச்சயமாகக் கிடைக்கச் செய்வதும், சூழ்நிலைகளை எல்லாம் திருத்தமாக வரையறுப்பதும்

உண்மைகள் - facts. சூழ்நிலைகள் - conditions.

பரிசோதனை-உயிரியல் துறையில் மிகவும் கஷ்டமான காரியங்கள். எல்லா விஞ்ஞானங்களிலும், முழுவதும், இதே வகையான பிரச்சினை தோன்றியபோதிலும், பௌதிகத்திலும் இரசாயனத்திலும் உள்ளதைக் காட்டிலும் இந்தத் துறையில் அந்தக் கஷ்டங்களின் அளவு நிச்சயமாக அதிகம்தான். இந்தப் பிரச்சினையைப் பாஸ்டியர் எப்படிக் கையாண்டார் என்பதையும், அவரும்கூட எப்படி இடறி விழுந்தார் என்பதையும் நாம் விரைவில் பார்க்கப் போகிறோம்.

எல்லா வகையான இறைச்சிகளையும் கொண்டு எல்லா விதமான சீதோஷ்ண-நிலைகளிலும் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளில் ஈக்கள் வருவதற்கு வழியிருந்தால் மட்டுமே புழுக்கள் தோன்றின என்று காட்டினாலும்கூட, சுயப் பிறவி ஒருநாளுமே நிகழக் கூடாத காரியம் என்று முடிவு செய்வது ஒரு நிச்சயமான முடிவு என்று சொல்ல முடியாது. வாஸ்தவத்தில், புழுக்கள் சுயமாகவே தாவர முண்டுகளில் தோன்றின என்று ரேடி நம்பினார்.

அங்கிருந்து இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுவுக்கு வந்து குதிப்போம். இன்று 'பூமியின் புறப் பரப்பில் எங்கேயோ ஓரிடத்தில் உயிரில்லாப் பொருளிலிருந்து உயிருள்ள அங்க-ஜீவிகள் உண்டாக்கப்படுகின்றன' என்பதான ஒரு விவரணத்தை யாராவது ஒருவர் சொன்னால், (உயிரியலைச் சிறிதேனும் கற்றவர் எவராவது அப்பேர்ப்பட்ட ஒரு விவரணத்தை நம்புவாரா என்பதைப் பற்றி எனக்குச் சந்தேகம்) அதைச் சோதிக்க வழி இல்லை; ஆகையால், அதை இல்லை என்று காட்டவும் யாதொரு வழியும் இல்லை என்பது மிகத் தெளிவு. இதற்கு மறுபுறம், ரேடியின் காலம் முதல் கிட்டத்தட்ட இக்காலம் வரை

சீதோஷ்ணநிலை – climate, தாவர முண்டுகள் - plant galls.

மக்கள் செய்திருப்பதுபோல், யாராவது ஒருவர் முன் வந்து, 'இன்ன இன்ன நிலைகளில் சுயப் பிறவி உண்டா கிறது' என்று கூறினால், அது சோதிக்கக்கூடிய ஒரு நிரூபணமாக ஆகிவிடுகிறது. ஆயினும் இதுவும் உறுதி யான முடிவை அளிக்கவல்ல சான்றுகளைப் பெறக்கூடிய தான ஓர் எளிய விஷயம் அல்ல என்பது பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியில் நிகழ்ந்த விவாதங்களால் நிரூபிக்கப்படுகிறது.

'உறுதியான முடிவை அளிக்கும் சான்றுகள்' என்னும் சொற்களை நான் உபயோகித்திருப்பதைச் சிலர் ஆட்சேபிக்கலாம். ஏனென்றால், இதுவரை மனக்கோட் திட்டங்களோடு ஒத்துவரும், அல்லது ஒவ்வாதிருக்கும், பரிசோதனைகளைப் பற்றிப் பேசும்போது நான் எச்சரிக்கை யாகவே பேச முயன்றுவந்தேன். இப்பொழுது நான் வேண்டுமென்றே செய்திருக்கும் 'பேனாப் பிசகு' பத்தொன் பதாம் நூற்றாண்டுப் பௌதிகமோ இரசாயனமோ விவேகத் துறையை எவ்வளவு நெருங்கியதாக இருக் கிறதோ அதைக் காட்டிலும் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு உயிரியல் அதை அதிகம் நெருங்கியதாக இருக்கிறது என்பதைச் சித்திரித்துக் காட்டுகிறது. மிகவும் எச்சரிக்கை கையாயுள்ள ஐயப்பாடு உடையவருக்கும், சுயப் பிறவியைப் பற்றிச் செய்யப்பட்ட செயல்களைக் கவனிக்கும்போது, காரணம், விளைவு என்பவைகளைப் பற்றிப் பேசும் வழக்கம் ஏற்பட்டுவிடும்.

இரவில் நம்மை ஓர் ஓசை விழிக்கச் செய்கிறது; அந்த ஓசையின் காரணத்தைக் கண்டுபிடிக்க முயலுகிறோம்— தினசரி வாழ்க்கை சம்பந்தமான இதைப்போன்ற ஒரு விவேக-முறைப் பரிசோதனை வகையை மேற்கூறியது மிகவும் ஒத்துள்ளது என்பது தெளிவு. அந்த ஓசை

அடங்கும் வரை நாம் இந்தக் கதவைத் திறக்கிறோம்; அல்லது அந்தத் திரையை நகர்த்துகிறோம்; அல்லது இந்தச் சன்னலை அடைக்கிறோம். நள்ளிரவில் இந்தப் பரிசோதனைகளை எல்லாம் நம்மை நிகழ்த்தும்படி செய்த கற்பிதக் கொள்கையை ஒரு மனக்கோள் என்றோ, அல்லது மனக்கோட் திட்டம் என்றோ, ஏதாவதொரு தத்துவஞானி, தத்துவ சாஸ்திரத்தில் மூழ்கிக் கிடக்கும் வேளையில், ஒருகால் சொல்லலாமே தவிர, வேறு ஒருவரும் அப்படிச் சொல்லவேமாட்டார்கள். அப்படிச் சொன்னால், ஒருவருக்கு என்ன கோபம் வருமோ அதைப் போன்ற ஒரு கோபம்—'காற்றுக் கடல்' என்பதான டாரிசெல்லியின் மனக்கோளுக்கும், 'அழுகும் இறைச்சியில் புழுக்களாகக் குஞ்சு பொரிக்கும் முட்டைகளை ஈக்கள் இடுகின்றன' என்பதான ரேடியின் மனக்கோளுக்கும் இடையேயுள்ள வித்தியாசம் எல்லாம் தன்மையில் அன்று, அளவில் மட்டிலும்தான் என்று நான் காட்டினால்,—நம்முடைய வாசகர்களுக்கும் வந்துவிடக்கூடும். ஆனால் அளவில் மட்டும் உள்ளதான இந்த வித்தியாசம் கிட்டத்தட்ட வகையிலுள்ள வித்தியாசமாக ஆகிவிடுகிறது என்பதை ஒப்புக்கொள்ளத் தான் வேண்டும். உதாரணமாக, 'எலெக்டிரான்கள், புரோட்டான்கள், நியூட்டிரான்கள் என்பவை இருக்கின்றன' என்பது ஒரு நவீன மனக்கோள்; 'புள்ளிச் சுரத்தின் **காரணம்** "ரிக்கெட்ஸியா" எனப்படும் மிக நுண்ணிய அங்க-ஜீவிகள்' என்பதும் இதைப் போன்ற மற்றொரு நவீனக் கருத்து. இவை இரண்டையும் ஒன்றோடொன்று எதிரிடையாக வைத்துப் பாருங்கள்.

தத்துவஞானி - philosopher. டாரிசெல்லி - Torricelli. ரேடி - Redi. அளவு - degree. வகை - kind. எலெக்டிரான் - electron. புரோட்டான். proton. நியூட்டிரான் - neutron. புள்ளிச்சுரம் - spotted fever. மெனிஞ்ஜைடிஸ் என்னும் சுரம், ரிக்கெட்ஸியா - rickettsia.

பௌதிகத்துறை நிகழ்ச்சி நம்முடைய புலன்-உணர்ச்சிகளுக்கு எட்டாத்தூரத்திலுள்ள கற்பிதமான வியக்திகளைக் கவனிப்பதாகத் தோன்றுகிறது; நோயின 'காரணமான' கர்த்தாக்களை நாம் சர்ச்சை செய்யும்போதோ, தொட்டு உணரக்கூடியதான ஒரு பொருளைப் பற்றி நாம் பேசுவது போலவே தோன்றுகிறது. ஆனால், இந்தப் பிந்திய விஷயம் விவேக ரீதியை ஒட்டியதுபோலத் தோன்றுவது யதார்த்தம் அன்று; வெறும் தோற்றமே. புள்ளிச் சுரம் எனனும் மனக்கோளை வரையறுக்கவோ அல்லது புள்ளிச் சுரத்துக்குப் 'பொறுப்பாளியாக' உள்ள ரிக்கெட்ஸியாவின் இனத்தின் பண்புகளைக் குறிப்பிடவோ முயன்றால், போகப்போக ஏராளமான சிரமம் ஏற்படுகிறது. மிகவும் அனுபவ-வாயிலானவை சிலவும், விவேக ரீதியான கருத்துக்களிலிருந்து எட்டாப் புறத்திலிருப்பவை சிலவுமாக உள்ள கவனக்குறிப்புக்களின் மிகப்பெரும் தொகுதி ஒன்றைக் கொண்டுவர வேண்டியிருக்கிறது. நொதித்தலை வரையறுப்பது சம்பந்தமாகக் குறிப்பிட்டவைகளை ஒத்த கஷ்டங்கள் இதிலும் அடுத்து வருகின்றன.

உயிரியலில் காரணமும் விளைவும்

வைத்தியத்திலும் பரிசோதனை உயிரியலிலும் விவேக மனக்கோள்கள் விஞ்ஞான மனக்கோள்களாக இடையறாமல் தொடர்ந்து மாறி வருவதைக் கவனிக்கிறோம். ஒரு மனக்கோளின் 'உண்மை'யைப் பற்றிய 'உணர்ச்சி' ஒருவருக்கு இருந்தால், அதன் அளவுக்கு ஏற்ப, காரணம் விளைவு என்பவைகளைப் பற்றி அவர் பேசவும், 'உறுதியான முடிவை அளிக்கும் சான்றுகள்'

கற்பிதமான வியக்திகள் - hypothetical. entities. காரணம் - cause. கர்த்தா - agent. தொட்டுஉணரக்கூடிய - tangible. பொறுப்பாளியாக - responsible. உணர்ச்சி - feel. காரணமும் விளைவும் - cause and effect.

என்றும் திடமான சொற்களை அவர் உபயோகிக்கவும் முடிகிறது. எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அந்தக் கருத்துக்கள் புதியவையாகவோ அல்லது நாம் அறியாதவையாகவோ இருக்கின்றனவோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு நாம் மனக் கோளையும் மனக்கோட் திட்டங்களையும் பற்றி அதிகமாகப் பேசுகிறோம்,

உயிரியல் தோற்றங்களை ஒட்டிக் காரணம் விளைவு என்பவைகளின் விவேக-ரீதிக் கருத்துக்களை எளிதாகப் பயன் படுத்துகிறோம் உயிரியல் மனக்கோள்கள் 'உண்மையில்' உள்ளவை என்னும் இயல்புப் பண்பான நம்பிக்கையை மட்டும் இது பொறுத்தது அன்று; ஒருபுறம் உயிரியலுக் கும் மற்றொரு புறம் பௌதிக இரசாயனங்களுக்கும் இடையே உள்ள முக்கியமான வித்தியாசம் காலக் கிரமத் தில் நிகழ்ச்சிகள் ஒழுங்காக அடுத்து வருவதில் உள்ள வித்தியாசத்தைப் பொறுத்திருக்கிறது. ஒரு நிகழ்ச்சி மற்றொன்றுக்குப் பின்னால் வருமானால், முதல் நிகழ்ச்சி இரண்டாவதன் காரணமாக இருக்கலாம் என்று எண்ண நாம் தயாராக இருக்கிறோமே தவிர, அதற்கு மாறி எண்ணு வதற்கு நாம் தயாராக இருப்பதில்லை. மீளமீளக் கவனிக் கும்போது A என்னும் நிகழ்ச்சி எப்போதும் B என்னும் நிகழ்ச்சிக்கு முன்னால் நிகழுவதாகக் காணப்பட்டால், A என்பது காரணம், B என்பது விளைவு என்பதை விவேக-ரீதியைப் பின்பற்றி ஒப்புக்கொள்ளுகிறோம். ஆயினும், வேறு ஏதாவதொரு நிகழ்ச்சியானது Bக்குக் காரண மாகவோ அல்லது ஒரு வேளை A க்கும் B க்குமே காரண மாகவோ இருந்திருக்க முடியாதா என்பதைப் பற்றி வழக் காடலாம் என்பதும் நமக்குத் தெரியும். ஒரு சிறுவன் தன் அண்டை வீட்டுக்காரரின் கண்ணாடிச் சன்னல் வழி

இயல்புப் பண்பான - instinctive.

யாக ஒரு கல்லை எறிகிறான். கண்ணாடி உடையக் காரணம் என்ன? கல்லா, சிறுவனா, அல்லது அச்சமில்லாமல் அந்த அசட்டுக் காரியத்தைச் செய்யும்படி தூண்டிய அவனுடைய நண்பனா? இதில் முக்கிய விஷயமாக இருப்பது காலக்கிரமத்தில் நிகழ்ச்சிகள் காணப்படுவதன் வரிசையே ஆகும். பின் நோக்கி ஓட விடப்படும் இயங்கும் சினிமாப் படத்தில் தவிர, சாதாரண வாழ்க்கையில் உடைந்த சன்னல், உடையாதிருக்கும் சன்னல், அருகில் வரும் கல், சிறுவன் கையில் கல் என்னும் விஷயங்களை இப்படிப்பட்ட ஒரு தொடர்ச்சியில் காண முடியாது.

நாம் இப்போது கூறிய எளிய உதாரணத்தைப் போன்று காலக்கிரமத்தில் வரிசையாக நிகழ்பவையே உயிரியல் தோற்றங்கள். இயற்கை நிபுணர்கள் மட்டுமன்றி, சாதாரணமாகக் கவனிப்பவர்களும் மொட்டு, பூ, பழம் முதலியவையாக இருக்கும் தொடர்களைக் கவனிக்கிறார்கள்; அதற்கு எதிரிடையாக உள்ள ஒன்றையும் ஒருகாலும் ஒருவரும் காண்பதில்லை. மிகவும் செயற்கை ரீதியில் அமைந்த சூழ்நிலைகளிலும் கூட, 'பிலிமைப் பின்நோக்கி ஓட்டுவதைப் போன்ற காரியத்தை ஒத்த எக்காரியத்தையும் பரிசோதனை உயிரியல் நிபுணரால் செய்ய முடியாது; முட்டை, குஞ்சு, கோழி அல்லது சேவல் என்பவை இப்படிக் கூறப்பட்ட வரிசையிலேயே தோன்றுகின்றன என்பதை 'உண்மை' என்று அவர் ஒப்புக்கொள்ள வேண்டும். ஆகையால், இறைச்சியின் மீது ஈக்கள் 'முட்டைகளை' இடக் கண்ட பின் முட்டைகளிலிருந்து புழுக்கள் வெளிவருவதால், ஈக்களே புழுக்களுக்குக் 'காரணம்' என்று சொல்லுகிறோம். இதைவிடச் சிக்கலாக உள்ள விஷயங்களில் ஓர்

பின் நோக்கி ஓடவிடப்படும் இயங்கும் சினிமா - a motion picture run backward. பிலிம் - film.

உயிரியல் தோற்றத்துக்கோ அல்லது மற்றொன்றுக்கோ காரணத்தைத் தேடிப் பார்க்கவேண்டும் என்று சொல்லுகிறோம்.

இப்போது கவனித்த நிகழ்ச்சிகளையும் செந்நிறப் பாதரஸ ஆக்ஸைடால் லவாய்ச்சியேயும் பிரீஸ்ட்லியும் செய்த எளிய இரசாயனப் பரிசோதனையையும் ஒன்றுக்கொன்று எதிரிடையாக வைத்துப் பார்ப்போம். கொதி நிலைக்குச் சற்றுக் கீழான உஷ்ண நிலையில், காற்றில் உலோக வடிவமான பாதரசத்தை நெடுநேரம் வெப்பமுறச் செய்தால், அதன் விளைவாகச் செந்நிற ஆக்ஸைடு தோன்றுகிறது. (பக்கம் 321) இன்னும் அதிகமான உஷ்ண நிலை வரை செந்நிற ஆக்ஸைடை வெப்பமுறச் செய்தால், அது மறுபடியும் பாதரசத்தையும் ஆக்ஸிஜன் வாயுவையும் அளிக்கிறது. திரவ நிலையிலுள்ள பாதரசமும் ஆக்ஸிஜனும், உஷ்ண நிலையைப் பொறுத்து, செந்நிறப் பாதரச ஆக்ஸைடைக் காலக்கிரமத்தில், **முற்படலாம் அல்லது பிற்படலாம்.** இவற்றில் காரணம் எது? விளைவு எது? இதை விட்டுவிட்டு, நிலைத்திரவ-இயலின் சாமானியத் தத்துவங்களை மறுபடியும் கவனிப்போம் (பக்கம் 216). நீர் தன் சுயமட்டத்தை நாடுகிறது; இரண்டு புயமுள்ள ஓர் ஏனத்தில் நீரை ஊற்றினால், இதை நிரூபிக்கலாம். அந்தப் புயங்களில் ஒரு புறத்திலோ, அல்லது மறுபுறத்திலோ வாயைவைத்து ஊதினால், வலது புறத்திலோ இடது புறத்திலோ உள்ள மட்டம் சிறிது உயரக்கூடும்; ஆனால், காற்றழுத்தம் இரண்டு பக்கங்களின் மீதும் சமமாக்கப்பட்டால், இரண்டு மட்டங்களும் மீண்டும் சமம் ஆகிவிடுகின்றன. வலது புறத்து

செந்நிறப் பாதரஸ ஆக்ஸைடு - red oxide of mercury. கொதி நிலை - boiling point. முற்படு - precede. பிற்படு - follow. நிலைத்திரவ இயல் - hydrostatics. நீர் தன் சுயமட்டத்தை நாடுகிறது - water seeks its own level. காற்றழுத்தம் - air pressure.

மட்டமோ இடது புறத்து மட்டமோ உயரமாக இருந்து வரும்படி ஒரு காலக்கிரமத்தை எளிதாக அமைக்கலாம். சுருங்கக் கூறின், இந்தச் செயல் முறை பின்நோக்கியும் நிகழக்கூடியது; உஷ்ணநிலையை மாற்றி, வேண்டிய நேரத்தையும் அளித்துச் செந்நிறப் பாதரஸ ஆக்ஸைடை இயற்றுவதும் இதைப் போன்ற காரியமே என்பது குறிக்கத் தக்கது. ஆகவே, பௌதிக இரசாயனச் செயல் முறைகளில் நிகழ்ச்சிகளின் வரிசையைப் பரிசோதகர் பல சமயங்களில் மாற்ற முடியும். அப்பேர்ப்பட்ட சந்தர்ப்பங்களில் காரணம் விளைவு என்பதைப் பற்றிக் கூறினால் விஷயம் சிக்கலாகிவிடும். இந்தச் சொற்கள் உயிரியல் விஞ்ஞானங்களில் காணப்படுவதை விடப் பௌதிக விஞ்ஞானத்தில் மிகக் குறைவாகக் காணப்படுவதற்கு இதுவும் ஒரு தகுந்த காரணம்.

பௌதிக இரசாயனங்களில் போதன முறைக் காரியங்களிலும் காரணம் விளைவு என்பவைகளின் மதிப்பு ஒரு சந்தேக நிலையில் இருப்பதற்கு மற்றொரு காரணமும் உண்டு. காணப்படும் மாறிகள் சிலவற்றில் ஏதோ ஒன்றை மட்டும் சுட்டி, அதுதான் காரணம் என்று பாராட்டுவதனால் ஏற்படும் சிரமமே அது. உதாரணமாக, ஹைடிரஜன் வாயு காற்றில் எரிந்து, நீரை இயற்றுகிறது. சுவாலையின் 'காரணம்' என்ன? ஹைடிரஜனா? அல்லது ஆக்ஸிஜனா? அல்லது வெளிப்பட்ட உஷ்ணமா? அல்லது ஹைடிரஜன் அணுக்களுக்கு ஆக்ஸிஜன் அணுக்களிடம் உள்ள பற்றா? அல்லது தனித்தனி அணுக்களின் உள்ள எலெக்டிரான்களின் உருவ அமைப்பா? பார்க்கப்போனால், இது ஓர் எளிய இரசாயனக் கிரியைதான். பின்புறமாகச் சில

போதனமுறைக் காரியங்கள் - pedagogic purposes. வெளிப்பட்ட - evolved. பற்று - affinity. எலெக்டிரான் - electron. உருவ அமைப்பு - configuration.

பக்கங்களைத் திருப்பி, நொதித்தலைப் பற்றிப் பாஸ்டியர் செய்த ஆராய்ச்சியை மறுபடியும் பரிசீலனை செய்தால், ஒரு சிக்கலான கிரியையின் — நொதித்தலின் — காரணத்தைப் பற்றி அவர் ஒரு கொள்கையை வற்புறுத்திக் கொண்டிருந்தார் என்பதைக் காணலாம். வளரும் சூக்கும அங்க - ஜீவிகள் இருப்பதுதான் இதற்குக் காரணம் என்று அவர் நம்பினர். ஆனபோதிலும், இந்தக் கதையின் முடிவைப் பற்றிச் சிந்தித்துப் பார்த்தால், காரணமும் விளைவும் என்னும் கருத்து விஞ்ஞானத்தில் எந்தெந்த நிலைகளில் பயனுள்ளதாய் இருக்கிறது, எந்தெந்த நிலைகளில் அப்படி இல்லை என்பதைப் பற்றி ஒரு துப்புக் கிடைக்கிறது. 'வளரும் சூக்கும - அங்கஜீவி' என்னும் தலைப்பின் கீழாக ஸெல் - சுவர்கள், என்ஸைம் - மண்டலங்கள், அங்கஜீவிகளின் இனப்பெருக்க ஏற்பாடுகள் என்னும் எத்தனையோ மாறிகளைப் பாஸ்டியர் சுருக்கமாகக் கூறிவிட்டார். ஆனால் ஒரே பொட்டணத்தில் தெரியாப் பொருள்கள் பலவற்றை அவர் அடக்கக் கூடியதாயிருந்தபடியால், அப்போது சிற்சில இரசாயன மாறுபாடுகளுக்கும் அறியப்படாதவைகள் அடங்கிய இந்தப் பொட்டணத்துக்கும் உள்ளதான உறவை அந்தக் காலத்தில் அவரால் ஆராய முடிந்தது. பண்படாதிருந்த இந்த விஞ்ஞானச் சூழ் நிலைகளில் 'சருக்கரையானது லாக்டிக் அமிலத்தை அளிப்பதற்குக் காரணமாக உள்ள கர்த்தா எது ?' என்னும் வினா பரிசோதனைத் துறையில் ஒரு பொருளுடைய கேள்வியாக இருந்தது. ஆனல், இந்நாளில் என்ஸைம் என்பவைகளைப் பற்றி நாம் தெரிந்து கொண்டபடியால், 'நொதித்தலின்

வளரும் சூக்கும - அங்கஜீவி - growing micro-organism. பாஸ்டியர் - Pasteur. ஸெல் - சுவர் - cell-wall. என்ஸைம்-மண்டலங்கள் - enzyme systems, இனப்பெருக்க ஏற்பாடு-reproductive mechanism. பண்படாத-primitive. லாக்டிக் அமிலம் - lactic acid.

காரணம் என்ன?' என்னும் வினவுக்கு விடை அளிப்பது கஷ்டமாக இருக்கும்.

விஞ்ஞானத்தை 'வியாக்கியானம் செய்வதற்கு' உபயோகித்த சொற்களைப் பற்றிய இந்த இடைப்பிறவரலானது நவீன விஞ்ஞானத்தின் பல்வேறு புலன்களில் காணப்படும் மாறிகளின் நிலை சிக்கலுள்ளது என்று வாசகர்களுக்கு ஓர் எச்சரிக்கையை அளித்திருக்குமானால், அதை ஒருவழியில் பயனுள்ளதாகவே கருதலாம். மேலும் நவீன விஞ்ஞானத்திலிருந்து காரணம், விளைவு என்பவை மறைந்து விட்டன என்று கூறப்படும் விவரணங்களைப் பெரும் சந்தேகத்தோடுதான் நாம் காதில் போட்டுக்கொள்ளவேண்டும் என்றும் அது எச்சரிக்கை செய்யலாம். இந்த நூலில் 'சக்திக் குவியலை' ஒட்டிய தோற்றங்களையும் நவீன விஞ்ஞானத்தில் பலரும் பலவிடங்களிலும் விளம்பரப் படுத்திவரும் 'நிச்சயமின்மைத் தத்துவத்தையும் நாம் ஆராயவில்லை. ஆனால், விஞ்ஞான முறைகளையும் அனுமான முறைகளையும் பற்றி நான் கூறியதை வாசகர்கள் கவனித்திருந்தால், 'ஒருவர் அளவுக் கோட்பாட்டைப் பற்றி மீண்டும், ஆழ்ந்தும், தத்துவசாஸ்திர முறையில் பகுத்தாராய்வதற்குத் தயாராக இருக்கவேண்டும்; அப்படியில்லாவிட்டால், சௌகரியமாகத் தோன்றும் அளவுக்கு விவேக ரீதியான சொற்களை வழங்குவதோடு திருப்தி அடையவேண்டும்' என்னும் ஒரு முடிவைத்தான் நான் குறிப்பிடுகிறேன் என்று அவர்கள் தெரிந்துகொள்வார்கள் என்றே எண்ணுகிறேன். 'விஞ்ஞானச் சோதனைகளைத்

சக்திக் குவியல் – quantum - நிச்சயமின்மைத் தத்துவம் - uncertainty principle. (எலெக்டிரான் போன்ற ஒரு அணுவின் தானத்தையும் அதன் மோமென்டம் என்று சொல்லப்படும் திணிவு வேகத்தையும் சமகாலத்தில் திருத்தமாகக் காண முடியாது என்னும் தத்துவம். இப்படிக் காண முடியாமல் இருப்பதற்குக் காரணம் ஒளியின் அலை இயக்கம்.)

திட்டம் வகுப்பதற்கு வழிகாட்டியாக உள்ள ஒரு சட்டகம்' என்று காரணம் விளைவு என்னும் சொற்களைக் கருதலாம். அப்போது அவை சில துறைகளில் பயனுள்ளவையாக இருக்கலாம்; வேறு சிலவற்றில் அவை குழப்பத்திற்கே காரணங்களாக இருக்கலாம்.

வேற்றியல் பிறவியைப் பற்றிய பதினெட்டாம் நூற்றாண்டு விவாதம்

மறுபடியும் சுயப் பிறவிக் கொள்கையின் சர்ச்சையைக் கவனிப்போம். ரேடி செய்த பரிசோதனைகளின் விளைவாகவும் அவைகளைப் போன்ற கவனக் குறிப்புக்களின் விளைவாகவும் சாதாரணத் தாவரங்களும் பிராணிகளும் சுயமாகப் பிறப்பவை என்ற எண்ணம் கைவிடப்பட்டது போல் தோன்றுகிறது என்பதை இங்கே குறிப்பிட வேண்டும். ஆனால், பதினேழாம் நூற்றாண்டின் பிற்பகுதியைச் சேர்ந்த மைக்ரோஸ்கோப்பு-ஆராய்ச்சியாளரால் சூக்கும-அங்கஜீவிகளின் உலகம் ஒன்று கண்டுபிடிக்கப் பட்டது. அதனால் இந்த விவாதம் செழிப்பாக நிகழக் கூடிய புதிய துறை ஒன்று திறந்துவிடப்பட்டது. எத்தனையோ விதமான தாவரப் பிராணிகள், தாவரங்கள் ஆகியவற்றின் சாறுகளிலும் துருவல்களிலும் ஏராளமான நுண்ணிய அங்க ஜீவிகள் பிறப்பதை மைக்ரோஸ்கோப்பு காட்டியது. பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் உயிரியல் நிபுணர்களுக்குள்ளே இது ஒரு பெரிய விவாத விஷயமாக இருந்தது. உயர்ந்த பதவியினராயும், பிரான்சு நாட்டு இயற்கை விஞ்ஞானியாயும் உள்ள காண்டே டி புப்பான் என்பவர் வேற்றியல்-பிறவிக் கொள்கையை—இதுவே சுயப்

வேற்றியல் பிறவி - heterogenesis. சுயப் பிறவி - spontaneous generation. மைக்ரோஸ்கோப்பு ஆராய்ச்சியாளர் - microscopists. சாறு - extract. துருவல் - scraping. காண்டே டி புப்பான் - Comte de Buffon.

பிறவிக்குப் பிற்காலத்தில் இடப்பட்ட பெயர்—மிகவும் பலமாக ஆதரித்தார். அடிப்படையில் அழிவில்லாதவை யாயும் ஆயினும் வெவ்வேறு வகையாக இணையக்கூடியவை யாயும் உள்ள ஒழுங்கான அமைப்பை உடைய துகள்களால் உயிருள்ள பொருள்கள் எல்லாம் அமைந்திருக்கின்றன என்று புப்பான் கருதினர். இந்த 'அங்கக மூலக் கூறுகளே' வாழ்க்கையின் அடிப்படைச் சாரம். இந்தக் கருத்துக்கள் இரசாயனப் புரட்சிக்கு (அத்தியாயம் ஏழு) முன்னும் டால்ட்டனின் அணுக் கோட்பாட்டுக்கு (பக்கம் 333) அரை நூற்றுண்டுக்கு முன்னும் எடுத்துக்கூறப் பட்டன என்பது கவனிக்கப்பட வேண்டிய விஷயம். பெரிய தாவரங்களுக்கும் பிராணிகளுக்கும் இருந்ததுபோலவே, சூக்கும-அங்கஜீவிகளுக்கும் குறிப்பிட்ட உயிருள்ள மூதாதைகள் இருந்தன என்று வற்புறுத்திக் கூறிய வர்களைப் புப்பான் பலமாக எதிர்த்தார். முட்டைகளுக்கோ விதைகளுக்கோ ஈடாக உள்ள சூக்கும-நுண் கிருமிகள் இருக்கவே முடியா என்று அவர் நினைத்தார்.

ஆங்கில நாட்டு அமெச்சூர் உயிரியல் நிபுணரான ஜான் டி. நீட்ஹாம் என்பவர் சில விஷயங்களைப் பற்றி புப்பான் எழுதிவந்தபோது அவரோடு ஒத்துழைத்தவர். இறந்த பொருளுக்கு உயிருள்ள பொருளை **மீண்டும் பிறப்பிக்கும்** சக்தி உண்டு என்பதைப் பற்றித் தாம் திருப்திகரமானவை என்று கருதிய சில பரிசோதனைச் சான்றுகளை அளித்தவர். ஒரு திரவப் பொருளிலோ திடப் பொருளிலோ இருக்கும் உயிருள்ள அங்கஜீவிகளை எல்லாம் கொல்லுவதற்கோ அல்லது அழிப்பதற்கோ

ஒழுங்கான அமைப்பை உடைய – organised. துகள் - particle. அங்கக மூலக்கூறு - organic molecule. சாரம் - essence. உயிருள்ள மூதாதைகள் - living precursors. நுண் கிருமிகள் -germs. அமெச்சூர் - amateur. ஜான் டி. நீட்ஹாம் - John T. Needham. மீண்டும் பிறப்பி -regenerate.

மிக உயர்ந்த உஷ்ண நிலையை முதலில் உபயோகித்தவர் அவர்தான் என்று தோன்றுகிறது. ஆகவே, அவர் ஒரு கண்ணாடிச் சீசாவில் 'ஆட்டிறைச்சிச் சாரத்தை' விட்டு ஓர் அடைப்பானால் மூடி, அந்தச் சீசாவைச் சூடான சாம்பலின் மீது வைத்து, வெப்பமுறச் செய்தார். முன்னால் அதற்குள் இருந்த கிருமிகளை எல்லாம் இந்தச் செயல் முறை கொன்றுவிடும் என்று அவர் கூறினார். ஆயினும் சில நாட்களில் சீசா ஆறிய பின், சூக்கும அங்க ஜீவிகள் அதில் மொய்த்திருந்தன. பரிசோதனைகளை அமைப்பதைப் பற்றி நீட்ஹாம் கொண்டிருந்த அபிப்பிராயங்கள் சிறந்தவை தாம் என்றும், ஆனால், அவைகளின் முடிவுகளைக் குறித்து அவர் கொண்ட கருத்துக்கள் பிழையுள்ளவை என்றும் நாம் இக்காலத்தில் சொல்வோம். அவருக்குச் சம காலத்தவரான இத்தாலிய நாட்டு இயற்கை விஞ்ஞானி யாகிய ஸ்பல்லந்ஸானி கூறிய அபிப்பிராயமும் இதுவே. எந்தெந்தத் தாவரத் திசுக்கள், பிராணித் திசுக்கள் ஆகியவற்றின் பல்வேறான கலவைகள் அழுகுவதையும் சிதைவதையும் ஸ்பல்லந்ஸானி ஆராய விரும்பினாரோ அந்தந்தக் கலவைகளில் இருக்கக்கூடிய கிருமிகளை அழிப்பதற்கு நீட்ஹாம் செய்ததைப் போல அவரும் மிக உயர்ந்த உஷ்ண நிலைகளை உபயோகித்தார். பலவகையான விதைகளைக் கத கதப்பான நீரில் ஊறவைப்பதால் இறங்கிய சாறுகளையே தம் நுண்ணாராய்ச்சிக்குரிய பொருளாக அவர் வைத்துக்கொண்டார். தக்க எச்சரிக்கைகளை ஏற்று, பெற்ற சாறுகளைப் போதிய நேரம் வெப்பமுறச் செய்தால், பிறகு உயிருள்ள அங்கஜீவி தோன்றாது என்று பரிசோதனைகளிலிருந்து அவர் தீர்மானித்தார்.

ஆட்டிறைச்சிச் சாரம் - mutton gravy. ஸ்பல்லந்ஸானி - Spallanzani. திசு - tissue. இறங்கிய சாறு - infusion.

ஸ்பல்லந்த்ஸானி எழுதியவைகளைப் படித்தவர்களில் சிலர் அவருடைய பரிசோதனைகள் இந்த விஷயத்துக்கு முற்றுப்புள்ளியிடுபவைகளாக இருந்திருக்க வேண்டும் என்று நினைக்கிறார்கள். அவர் தாம் வாழ்ந்த காலத்தைக் காட்டிலும் அதிக முற்போக்குடையவர் என்பது தெளிவு. ஏனென்றால், நீட்ஹாம்-ஸ்பல்லந்த்ஸானி விவாதத்தின் கடைசி முடிவு என்ன ஆயிற்று என்றால், அவர்களில் ஒருவருக்காவது மற்றவர் கொண்ட கருத்தில் நம்பிக்கை சிறிதும் ஏற்படவில்லை என்பதுதான். விஞ்ஞான உலகமும் இப்படிப் பிளவுபட்டிருந்து வந்தது. (கட்சி எதுவானாலும், அது நிகழும் காலத்தில் அதை நிதானமாகப் பார்ப்பது சிரமம். பிற்காலத்தில் ஆற அமரப் பார்ப்பது எளிது.) நூறு வருஷங்களுக்குப் பின்பு வாழ்ந்தவரான பாஸ்டியர் இப்படிப்பட்ட ஒரு சௌகரியமான நிலையில் இருந்தார். அவ்விரண்டு விவாதிகளின் வேலையைப் பற்றி அவர் கவனித்துக் கூறுகையில், ஸ்பல்லந்த்ஸானி செய்துகாட்டிய காரியத்தால் இந்தக் கட்சிகள் ஏன் தீர்ந்துபோகவில்லை என்பதைப் பாஸ்டியர் தெளிவாகக் காட்டுகிறார். இதைப் போகிற போக்கில் மட்டும் கவனித்தால் போதாது. ஏனென்றால், உயிரியல் மனக்கோள்களைப் பரிசோதனைகளின் மூலமாக வரையறுப்பது கஷ்டம் என்பதற்கு இது மற்றோர் உதாரணமாக இருக்கிறது. ஸ்பல்லந்த்ஸானியின் கட்சிக்கு நீட்ஹாம் கூறிய மறுமொழியின் சாரம் இது: தாவரப் பொருள் பிராணிப் பொருள் ஆகியவைகளிலிருந்து இறங்கிய சாறுகளில் சூக்கும-அங்கஜீவிகளின் வளர்ச்சி பின்னர் ஏற்படாமல் தடுக்கும் பொருட்டு, இந்த இத்தாலிய நாட்டினர் அப் பொருள்களை எல்லாம் நெடுநேரம்வரை கொதிக்கும் நீரின் உஷ்ண நிலைக்கு உள்ளாக்கியிருந்தார். உயிருள்ள அங்க-ஜீவிகளை அழிப்பதற்குத் தேவையானது

என்று நீட்ஹாம் நம்பிய காலத்தைக் காட்டிலும் இது மிகவும் அதிகமாக உள்ளது. ஆகையால் ஸ்பல்லந்த்ஸானி அந்தச் சாறுகளின் வளர்ச்சித் திறனை பலவீனமடையவோ அல்லது ஒருகால் முற்றும் அழிந்துபோகவோ செய்து விட்டார். அவர் அந்தப் பொருளைச் செய்தது சித்திரவதை தான் என்று அந்த ஆங்கிலேயர் கட்சி சொன்னார். 'இறந்த பிராணிப் பொருளிலும் தாவரப் பொருளிலும் "ஜீவ சக்தி" ஒன்று இருக்கிறது; அது வேறு, குறிப்பிட்ட உயிருள்ள "கிருமிகள்" வேறு' என்ற ஒப்புக்கோள்களை நீட்ஹாமும் புப்பனும் கூறினார்கள் என்பது நினைவிருக்கிறதல்லவா? கொதிக்கும் நீர் சிறிது நேரமே இவற்றின் மீது உறைத்தாலும், இந்தக் கிருமிகள் எல்லாம் கொல்லப் பட்டுவிடவேண்டும். ஏனென்றால், அத்துணை வெப்பம் உறைத்தால் அது முட்டையை வேகச் செய்துவிடும், சிறிய தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் கொன்றுவிடும்; ஜீவசக்தியும் அதிக நேரம் 'வேகவைப்பதைத்' தாங்காது - சிறிது நேரமே தாங்கும்; அது உணர்ச்சி மிக்கது; ஸ்பல்லந்த்ஸானி செய்ததைப்போல் நெடுநேரம் கொதிக்க வைத்தால் தாங்கவே தாங்காது. இதுவே நீட்ஹாம் கூறிய கட்சி.

ஜீவசக்தியையாவது அல்லது 'ஒழுங்காக அமைந்த மூலக் கூறுகளையாவது' அவை எவ்வளவு அதிகமான உஷ்ணநிலைகளைத் தாங்கக்கூடும் என்பதன் மூலமாக வரையறை செய்தால், அது ஒரு வேற்றியல் பிறவிக் கொள்கையில் கொண்டுவந்துவிட்டுவிடும். ஸ்பல்லந்த்ஸானியின் பரிசோதனைகளும் அது உறுதி அன்று என்று நிரூபிக்கமாட்டா. ஜீவசக்தி என்னும் கருத்து விஞ்ஞான

கொதிக்கும் நீரின் உஷ்ண நிலை - temperature of boiling water. ஜீவ சக்தி - vital force. நீட்ஹாம் - Needham. ஸ்பல்லந்த்ஸானி - Spallanzani. கிருமிகள் - germs. ஒழுங்காக அமைந்த மூலக்கூறுகள்—organised molecules.

காலத்துக்கு முற்பட்ட காலத்தைச் சார்ந்தது என்று நாம் நினைக்கலாம். ஆயினும், கொதிக்கும் நீரில் வைக்கப் பட்டபோது மாறுதல் அடைபவையாயும், உணர்ச்சிமிக்க வையாயும், ஒழுங்கான அமைப்பை உடையவையாயும் உள்ள மூலக்கூறுகள் இருக்கக்கூடும் என்னும் கருத்து இருபதாம் நூற்றாண்டில் புரோட்டீனைப் பற்றி அறிஞர் கொண்டுள்ள இரசாயனக் கருத்தைத் தெரிந்தவர்களுக்கு முற்றும் நூதனமாகத் தோன்றாது.

நீட்ஹாமுக்கும் ஸ்பல்லந்ஸானிக்கும் நிகழ்ந்த இந்த விவாதத்தில் அவர்களில் எவருமே வெற்றியோ தோல்வியோ பெறவில்லை என்று விஞ்ஞான உலகம் முடிவு செய்தது ஆனால், பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுத் தொடக்கத்தில் பரிசோதனைகளின் மூலமாக அற்புத மாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட ஒரு விஷயம் இந்தக் கட்சியை இன்னும் சிறிது சிக்கலாகச் செய்துவிட்டது. 1800க்குச் சற்றுப் பின் ஆப்பெர்ட் என்னும் ஊக்கமுடைய பிரான்சு நாட்டுப் பலகாரக்கடைக்காரர் ஒருவர் நீட்ஹாமும் ஸ்பல்லந்ஸானியும் கையாண்ட முறைகளைத் தாம் தயார் செய்த உணவைப் பாதுகாப்பதற்கு உபயோகித்திருந்தார். இக்காலத்தில் ‘டப்பாவில் அடைத்தல்’ என்று நாம் கூறும் செயல்முறையைப் புதிதாகக் கண்டுபிடித்தவர் அவர்தாம். ஏனென்றால், ஒரு சீசாவில் கிட்டத்தட்ட முழுவதும் உணவுப் பொருளை நிரப்பி, கொதிக்கும் நீரில் அதைச் சற்று நேரம் வெப்பமுறச் செய்து, அது வெப்பநிலையில் இருக்கும்போதே அதை ஓர் அடைப்பானல் நன்றாக மூடிவிட்டால், அதிலுள்ள உணவுப் பொருள் நெடுங்காலம் வரை கெட்டுப்போகாமல் இருக்கும் என்று அவர் நிரூபித் தார். பெரும்பான்மையும் அனுபவ-வாயிலாகக் கிடைத்த செயல்முறை ஒன்று வெற்றி பெற்றதற்கு மற்றுமோர்

உதாரணமாக இதையும் குறிப்பிடலாம். ஏனென்றால், இப்படிக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இந்த விஞ்ஞான விஷயத்தை நடைமுறைக் கலைகள் கையாளத் தொடங்கிய காலத்தில் 'வெப்பத்தினால் மலடாக்குதல்' என்று நாம் கூறிவரும் செயல்முறையால் மாறுபாடடைந்த மாறிகள் யதார்த்தத்தில் யாவை என்பது விடை தெரியாத ஒரு வினாவாகவே இருந்தது.

இவ்வாறு வெப்ப மலடாக்கலில் நிகழ்ந்தது என்ன என்பது சிலகாலம் விடை தெரியாத வினாவாக இருந்தது. இது மட்டும் அன்று; விரைவாக வளர்ந்துவரும் புதிய விஞ்ஞானமாகிய இரசாயனமும் ஒரு தவறான துப்பை அளித்தது. சிறந்த பிரான்சு நாட்டு இரசாயனி ஒருவர் ஆப்பெர்ட்டின் செயல்முறையை இரசாயன முறையில் பரிசோதித்தார். 'டப்பாவில் அடைத்த' உணவுப் பொருளுக்கு மேல்புறத்தில் இருந்த காற்றில் ஆக்ஸிஜனே இல்லை என்று கண்டார். ஆகையால், பிராணிப் பொருளை அல்லது தாவரப் பொருளைப் பாதுகாப்பதிலோ அல்லது அதை அழுகச் செய்வதிலோ முக்கிய மாறியாக உள்ளது ஆக்ஸிஜன் அங்கு இருப்பதுதான் என்று முடிவு செய்தார். இதை வேறு விதமாகச் சொல்லலாம்: ஸ்பலன்ஸானி நாசம் செய்தார் என்று நீட்ஹாம் குறைகூறிய ஜீவதத்துவம் ஆக்ஸிஜனாக இருக்கலாம்.

சுயப் பிறவியைப் பற்றிப் பாஸ்டியர் செய்த மிகச் சிறந்த வேலையை நுணுக்கமாகக் கவனிப்பதற்கு முன் - இன்னும் ஒரு சரித்திரக் குறிப்பைக் கூறலாம். 1837ல் ஜெர்மானிய நாட்டு நுண்ணாராய்ச்சியாளர் ஒருவர் புதிய பரிசோதனை உத்தி ஒன்றை அமைத்தார். அது வேற்றியல்-பிறவித் துறையில் பின்னர்ச் செய்யப்பட்ட வேலையில் முக்கியமான பங்கு எடுத்துக் கொண்டது. **வெப்பமுற்ற**

காற்றை இறைச்சிச் சாறு உள்ள சீசாவில் புகவிட்டால், அந்தச் சாறு அழுகிப் போவதில்லை என்று அவர் காட்டினார். இப்படிக் காணப்பட்ட விஷயங்கள் ஆக்ஸிஜன் இருப்பதோ இல்லாமலிருப்பதோ முக்கியமான மாறி அன்று என்பதைக் காட்டின. காற்றிலுள்ள தூசியே—கிருமிகளை உடையது என்று நாம் நினைக்கக்கூடிய தூசியே—இதற்குக் காரணமாக உள்ளது என்று அவை சுட்டின. இப்படியே நிகழ்ந்திருக்கக்கூடும் என்பது இருபது வருஷங்களுக்குப் பின் வேறு இரண்டு ஜெர்மானியர்கள் செய்த வேலையால் இன்னும் சற்று அதிகமாக நிச்சயமாயிற்று. அவர்கள் அழுகக் கூடிய பொருளைக் கொண்டு செய்த பரிசோதனைகளில் பஞ்சின் மூலமாக வடிகட்டிய காற்றை உபயோகித்தார்கள். அது வெப்பமுற்ற காற்றுக்குச் சாதாரணமாக ஈடானது என்று அப்போது கண்டார்கள். பின்னோக்காகப் பார்க்கும்போது, அந்தச் சான்றுகள் நமக்கு நம்பிக்கை யளிக்கக் கூடியவைகளாகத் தோன்றுகின்றன. ஏனென்றால், உணவுப் பொருள்களிலோ அல்லது வேறு தாவரப்பிராணிக் கலவைகளிலோ சூக்கும-அங்கஜீவிகள் தோன்றுவதற்குக் 'கிருமிகள்' அவசியமாக இருந்தாக வேண்டும் என்னும் கருத்து நமக்குப் பழகிப் போய்விட்டது. சூக்கும-அங்கஜீவிகள் இருப்பதற்கும், அழுகுதல் நொதித்தல் என்பவை ஏற்படுவதற்கும் உள்ள சம்பந்தமே பாஸ்டியரை இரசாயனத்திலிருந்து உயிரியலுக்கு அழைத்து வந்த பிரச்சினை என்பது யாவரும் அறிந்த விஷயம். (பக்கம் 386)

பாஸ்டியருக்குச் சுயப் பிறவியில் உண்டான கவர்ச்சி அவர் நொதித்தலை ஆராய்ந்ததின் நேர்விளைவாக ஏற்

நொதித்தல் - fermentation. சூக்கும-அங்கஜீவிகள் - micro-organisms. கிருமிகள் - germs. அழுகுதல் - putrefaction.

பட்டது. வாஸ்தவத்தில், சுயப் பிறவியைப் பற்றி அவர் முதன் முதலாக எழுதிய முக்கியமான கட்டுரையிலும் கூட நொதித்தலைப் பற்றிக் கொண்டிருந்த கருத்துக் களை அவர் சர்ச்சை செய்கிறார். ஆனால், அவருடைய ஜீவ சரித்திரத்தை எழுதியவர்கள் சுட்டிக் காட்டுவதுபோல, பூஷே எழுதிய கட்டுரை ஒன்றே பாஸ்டியர் அந்த விஷ யத்தை ஆராய்வதற்குத் தூண்டுகோலாக இருந்தது. பூஷே ஓர் இயற்கை விஞ்ஞானி; ரூவென் நகரிலுள்ள இயற்கை விஞ்ஞானக் காட்சிச் சாலையின் தலைவர்; சுயப் பிறவி உண்டாவது சாத்தியம் என்னும் நம்பிக்கை கொண்டவர். அவர் தம்முடைய அபிப்பிராயங்களை ஆதரிப்பதற்காகச் செய்த பரிசோதனைகள் 1858ல் வெளியிடப்பட்டன; அவற்றுக்குப் பாஸ்டியர் 1862ல் விவரமாகப் பதில் கூறினார். அடுத்த சில வருஷகாலம்வரை இந்த விவாதம் பலமாக நடந்தது. பிறகு, பாஸ்டியர் முற்றும் வெற்றி யடைந்துவிட்டதாகத் தோன்றியதால், அதிலுள்ள அக் கறை ஒடுங்கிப் போயிற்று. ஆனால், 1870ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் ஹென்ரி சி. பாஸ்டியன் என்னும் ஓர் ஆங்கில நாட்டு வைத்தியர் சுயப் பிறவிக் கொள்கையின் சார்பாக அறைகூவினார். அந்த விஷயம் மறுபடியும் விவாதிக்கப் பட்டது. அதன் விளைவாக விஞ்ஞான முன்னேற்றம் மிகவும் நல்ல பயன்களை அடைந்தது. ஆனபோதிலும், 1880ஐ அடுத்த ஆண்டுகளின் முடிவில் வேற்றியல் பிறவிக்கு விரோதமாக உள்ள சான்றுகள் தடுக்க முடியாத வலிமை பொருந்தியவை என்று தோன்றிற்று. 1910ல் வெளியிட்ட புத்தகம் ஒன்றில் பாஸ்டியன் தம்முடைய அபிப்பிராயங்களை வெளியிட்ட போதிலும், வேற்றியல்

சுயப் பிறவி – spontaneous generation. பூஷே – Pouchet. ரூவென் - Rouen. ஹென்ரி சி. பாஸ்டியன் - Henry C. Bastian. வேற்றியல் பிறவி - heterogenesis.

பிறவியை ஆதரித்துக் கூறியவர்களில் மிகச் சிலரே இருபதாம் நூற்றாண்டில் காணப்பட்டார்கள்.

1862ல் பாஸ்டியர் வெளியிட்ட 'வாயுமண்டலத்தில் இருக்கின்ற ஒழுங்கமைப்புள்ள நுண்துகள்கள்' என்னும் கட்டுரை பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தின் சிறந்த வெளியீடுகளில் ஒன்று. அதன் சரித்திர முன்னுரையிலே ரேடி, நீட்ஹாம், ஸ்பல்லந்த்ஸானி ஆகியோர் செய்த வேலையையும் அவர்களுக்குப் பின் ஜெர்மானிய நாட்டில் சமீப காலத்தில் செய்யப்பட்ட பரிசோதனைகளையும் பற்றிக் கூறிவிட்டு, அந்த ஆசிரியர் பின்வருமாறு எழுதுகிறார். [இதில் அடைப்புக்களுக்கு இடையில் காணும் குறிப்புக்கள் நான் எழுதியவை]:—

'நான் இப்போது கூறிய ஆராய்ச்சிக்குப் பிறகு, ரூவென் நகரத்தில் வாழ்ந்தவராயும், திறமை வாய்ந்த இயற்கை விற்பன்னராயும் உள்ள பூஷே (விஞ்ஞான அக்காடமியின் நிர்வாக அங்கத்தினர்) அந்த அக்காடமிக்குத் தம்முடைய முடிவுகளை அறிவித்தார்; அம்முடிவுகளைக் கொண்டு வேற்றியல்-பிறவியின் [சுயப் பிறவியின்] தத்துவங்களை மிகவும் உறுதியாகக் கூறக்கூடும் என்று அவர் எண்ணினார். அப்போது, அவருடைய பரிசோதனைகளில் உள்ள பிழைக்கு உண்மைக் காரணம் இன்னதென்று ஒருவராலும் குறிப்பிட முடியவில்லை. நெடுநாளாகுமுன், பிரான்சு நாட்டு அக்காடமி அத்துறையில் இன்னும் செய்ய வேண்டியவை எவ்வளவோ பாக்கியிருக்கின்றன என்று தெரிந்துகொண்டு, கீழ்க்கண்ட விஷயத்தைப் பற்றி ஒரு

வாயுமண்டலத்தில் இருக்கின்ற ஒழுங்கமைப்புள்ள நுண்துகள்கள் - *The Organised Corpuscles which Exist in the Atmosphere.* ரேடி - Redi. நீட்ஹாம்-Needham. ஸ்பல்லந்த்ஸானி-Spallanzani. விஞ்ஞான அக்காடெமி-Academy of Sciences. நிர்வாக அங்கத்தினர் - corresponding member. அடைப்புக்கள் - brackets.

விளக்கக் கட்டுரை எழுதுவோருக்குப் பரிசு வழங்குவ தாகத் தெரிவித்தது : "சுயப் பிறவிகள் என்னும் வினவை ஒட்டிய புதிய விஷயங்களைப் பற்றி நன்றாக வகுத்த பரி சோதனைகளின் மூலமாகத் தெரிவிக்கக்கூடிய முயற்சிகள்" என்பதுதான் அந்த விஷயத்தின் தலைப்பு.

'அக்காலத்தில் இந்தப் பிரச்சினை மிகவும் தெளிவில் லாததாகத் தோன்றிற்று; ஆகவே, பியோ [ஒரு சிறந்த பிரான்ஸ் நாட்டுப் பௌதிகர்] நான் இந்த ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டிருப்பதைக் கண்டு — அவர் என் வேலையின் மீது எந்நாளும் அன்பு காட்டி வந்தார் — தாம் வருந்துவதாகத் தெரிவித்தார். அப்போது எனக்கு விளங்காமலும், என் மனத்தைக் குழப்பியவையுமான சில சிரமங்களைத் தம்மால் குறிப்பிடப்பட்ட ஒரு காலத்துக்குள் நான் வெற்றிகர மாகத் தீர்க்காவிட்டால், அந்த விஷயத்தை நான் விட்டுவிட வேண்டும் என்று வற்புறுத்தி, என்னிடமிருந்து ஒரு வாக் குறுதியும் வாங்கிக் கொண்டார். என்மீது அன்பு காட்டு வதில் பியோவோடு பலமுறை சேர்ந்து கொண்ட ட்யூமா (பிரான்ஸ் நாட்டு இரசாயனிகளின் சங்கத் தலைவர்) ஏறக் குறைய அதே சமயத்தில், 'என்னை மட்டும் யோசனை கேட்பதாயிருந்தால், இந்த விஷயத்தில் ஒருவருமே அதிக நேரம் செலவழிக்கலாகாது என்று சொல்லுவேன்' என்றார்.

'அந்த விஷயத்தைப் பற்றி நான் அக்கறை கொள்ள வேண்டிய அவசியம் என்ன? **நொதித்தல்கள்** என்னும் பொதுப் பெயரால் குறிக்கப்பட்ட சில அசாதரணமான தோற்றத் தொகுதிகள் சுமார் இருபது வருஷங்களுக்கு முன் இரசாயனிகளுக்குத் தென்பட்டன. இவைகளில்

Biot - பியோ. ட்யூமா - Dumas. இரசாயனிகளின் சங்கத் தலைவர் - Dean of French Chemists.

எல்லாம் இரண்டு பொருள்கள் சமகாலத்தில் ஒருங்கே இருக்கவேண்டியிருந்தது. ஒன்றுக்கு நொதிக்கக்கூடிய பொருள் என்று பெயர்; உதாரணம் சர்க்கரை. மற்றொன்று நைட்டிரஜன் அடங்கிய பொருள். இந்தப் பொருள் எப்பொழுதும் அல்புமினைப் போன்ற வடிவமுள்ளதாகவே காணப்படுகிறது. அந்தக் காலத்தில் உலகெங்கும் ஒப்புக் கொள்ளப்பட்டு வந்த கோட்பாடு பின்வருமாறு: அல்புமின் உள்ள பொருள்களின்மீது காற்றுப் பட்டால், அவை ஒரு மாறுபாட்டை அடைகின்றன. (இது இத்தன்மையது என்று தெரியாதிருக்கும் ஒரு தனிப்பட்ட ஆக்ஸிகரண வகை). இது நொதி என்னும் பண்பை - அதாவது, அதற்குப் பிறகு அவை நொதிக்கக் கூடிய பொருள்களின் மீது படுமானால் அவைகளின்மீது செயல்புரியும் குணத்தை - அவைகளுக்குக் கொடுக்கிறது.'

பிறகு லாக்டிக் அமில நொதித்தலைப் பற்றித் தாம் செய்த வேலையைப் பாஸ்டியர் சர்ச்சை செய்கிறார். இது முந்திய அத்தியாயத்தில் கவனிக்கப்பட்டது (பக்கம் 391). அவர் தம்முடைய முடிவை லீபிக்கின் அபிப்பிராயங்களுக்கு எதிரிடையாக ஒப்பிட்டுக் காட்டுகிறார். பிறகு, அவர் தொடர்ந்து சொல்லியதாவது :

'அல்புமின் உள்ள பொருள்கள் ஆக்ஸிஜன் வாயுவின் மீது படுவதால் நொதிகள் உண்டாயின என்பது ஏற்கெனவே தெரிந்த விஷயம். ஆகையால், இரண்டில் ஒன்று உண்மையாக இருக்கவேண்டும் என்று நான் எனக்குள்ளே சொல்லிக்கொண்டேன். ஒன்று, நொதிகள் ஒழுங்காக அமைந்த வியக்திகள்; இவை ஆக்ஸிஜனால் மட்டுமே, ஆக்ஸிஜன் என்ற தன்மையில் மட்டுமே, அல்புமின் உள்ள

நைட்டிரஜன் அடங்கிய - nitrogenous, அல்புமின் - albumin. ஆக்ஸிகரணம் – oxidation. நொதி – ferment. லாக்டிக் அமிலம் - lactic acid. லீபிக் – Leibig. வியக்தி - entity.

பொருள்களின் மீது படுவதால் உண்டாக்கப்படுகின்றன. அப்படியானால் அவை சுயமாகப் பிறக்கின்றன. அல்லது, சுயப் பிறவி உள்ளவையாக அவை இல்லாவிட்டால், அவை உண்டாக்கப்படுவதில் ஆக்ஸிஜன் மட்டும், ஆக்ஸிஜன் என்னும் தன்மையில், தலையிடுவதில்லை. தன்னோடு சுமந்து வரப்பட்டதான, அல்லது நைட்ரஜனுள்ளதான பொருள் களிலோ நொதிக்கக்கூடிய பொருள்களிலோ இருக்கும் ஒரு கிருமிக்கு உதவி செய்யும் கிளர்ச்சிப் பொருளாக அந்த வாயு தொழில் புரிகிறது. நான் நொதித்தலைப் பற்றிச் செய்த ஆராய்ச்சி என்னை இந்த நிலைக்குக் கொண்டு வந்து விட்டது. நான் இதிலிருந்து சுயப் பிறவியைப் பற்றி ஒரு விதமான அபிப்பிராயத்தைக் கொள்ளவேண்டியிருந்தது. நொதித்தல் என்று நியாயமாகவே சொல்லவேண்டிய நொதித்தல்களைப் பற்றி நான் கொண்டிருந்த கொள்கை களை ஆதரிப்பதற்கு ஒரு பலமான கருவி இதன் மூலமாக எனக்கு ஒருகால் கிடைக்கலாம்.

'நான் இப்போது சில ஆராய்ச்சிகளை வர்ணிக்கப் போகிறேன். நொதித்தலைப் பற்றி நான் செய்துகொண் டிருந்த வேலையை விட்டுவிட்டு, இடைப்பிறவரலாக அவை களை நான் கவனிக்க வேண்டியதாயிற்று என்று கூறலாம். அதுவரை இயற்கை விஞ்ஞானிகள் மட்டுமே தங்களுடைய திறமையையும், பேரறிவையும் செலுத்திவந்த ஒரு விஷ யத்தில் நான் கருத்துக்கொண்டு வேலை செய்யத் தொடங் கியது இவ்வாறுதான்.'

பாஸ்டியர் நொதித்தலை ஆராயுமாறு, அவரைத் தூண் டிய அம்சங்களைப் பற்றி நமக்கு முன்னமேயே தெரியும். (பக்கம் 387) அவற்றையும் இதையும் சேர்த்துப் பார்க்காமல் ஓர் இரசாயனி உயிரியல் நிபுணராக மாறிய விவரம் முழுமை

கிளர்ச்சிப் பொருள் - stimulant.

யும் வெளிப்படுகிறது. பாஸ்டியர் எழுதிய கட்டுரையிலிருந்து எடுக்கப்பட்ட மேற்கூறிய பகுதிகளைக் கவனித்தால் மகா மேதாவி ஒருவரை வேலைசெய்யத் தூண்டும் சக்திகள் என்ன என்று தெரியும். இதன்பொருட்டு மட்டும் அன்றி, மற்றப்படியும் அவை படிப்பதற்கு உரியவை. ஏனென்றால், அழுகுதலுக்கும் நொதித்தலுக்கும் உள்ள உறவைச் சார்ந்த பிரச்சினையைப் பற்றியும் சுயப் பிறவி என்னும் வினாவைப் பற்றியும் பாஸ்டியர் அதில் தெளிவாகக் கூறுகிறார். ஆப்பெர்ட் செய்தவைகளைப் போன்ற செயல் முறைகள் பலித்ததற்கு ஆக்ஸிஜன் முழுதும் தீர்ந்து போனதுதான் காரணமா, அல்லது கொதிக்கும் செயலால் கிருமிகள் எல்லாம் அழிக்கப்பட்டதுதான் காரணமா என்று அவர் தாமாகவே தீர்மானிக்க வேண்டியிருந்தது. அதற்குப் பிறகு அவர் ஏராளமான பரிசோதனைச் சான்றுகளைத் திரட்டத் தொடங்கினார். அவருக்கு முற்பட்டவர்கள் செய்த வேலையோடு ஒப்பிடும்போது அதை மிகமிகப் பெரிய வேலை என்றே சொல்லவேண்டும்.

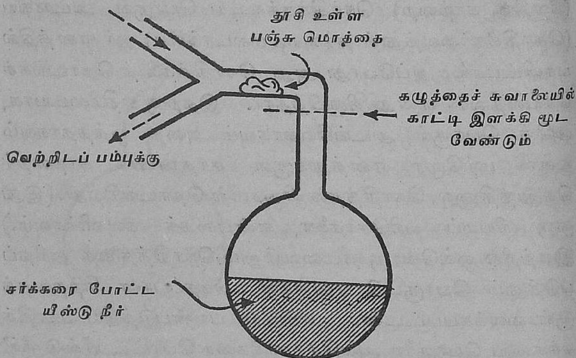
பாஸ்டியர் எழுதிய இந்தக் கட்டுரையையும் நான் சுருக்கிக்கூடக் கூற முயலப்போவதில்லை. ஆனபோதிலும், அவர் உபயோகித்த பரிசோதனைகளின் வகையையும், அவற்றைச் சீராகப் பொருள் கொள்வதில் உள்ள கஷ்டங்களில் சிலவற்றையும் சர்ச்சை செய்யப் போகிறேன், நாம் இங்கே ஆராயும் சான்றுகள் எல்லாம் ஓரிடத்தில் குவியும் தன்மையானவை என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். ஏனென்றால், சுயப் பிறவியில் நம்பிக்கை கொண்டிருந்த அவருடைய எதிரிகளின் ஆட்சேபணைக்கு விடை கூற வேண்டுமானால், ஒருவகையான பரிசோதனைகள் சிலவற்றை மட்டும் செய்தால் போதாது என்று தோன்றுகிறது.

ஆப்பெர்ட் - Appert.

இந்தத் துறையில் தமக்கு அடுத்த முன்னோர்கள் செய்திருந்த வேலையைப் பாஸ்டியர் மீண்டும் செய்து பார்த்து, அவை உறுதி எனத் தெரிந்துகொண்டார். பழுக்கக் காய்ச்சிய குழாயின் வழியாகச் செலுத்தப்பட்ட காற்றை (நீற்றிய காற்றை) நொதிக்கக்கூடிய பொருள் அடங்கிய (கொதிக்க வைத்துத் தக்கபடி மலடாக்கிய) ஓர் ஏனத்தில் புகவிட்டால், அப்போது அது நொதித்தலைத் தொடங்கச் செய்வதில்லை என்று நிரூபித்தார். இதற்கு எதிரிடையாக, அதே பொருள் அடங்கியதாகவும் அதை ஒத்ததாகவும் உள்ள மற்றோர் ஏனத்துக்குள் சாதாரணக் காற்றைச் செலுத்தினால், நொதித்தல் விரைவில் தொடங்கிற்று. (இது ஒரு நியமப் பரிசோதனை என்பதைக் கவனிக்கவும்.) இவற்றில் ஒவ்வொரு தடவையிலும் நொதித்தலைத் துரிதப் படுத்தும் பொருட்டு ஏனங்கள் கதகதப்பான சிற்றறைக் குள் வைக்கப்பட்டன. பாஸ்டியர் பயன்படுத்திய நொதிக் கக்கூடிய பொருளை அவரே 'சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீர்' என்று குறிப்பிட்டார். அது யீஸ்டின் சாரம்: அதோடு சர்க்கரையும் சேர்க்கப்பட்டிருந்தது; அதில் உயிருள்ள யீஸ்டு கிடையாது. ஆனால், அதில் போடப்பட்ட சர்க் கரையைத் தவிர, யீஸ்டிலிருந்து வந்த நைட்டிரஜன் உள்ள பொருள்களும், தாது உப்புக்களும் அதில் இருந்தன. இதை வேறு வகையாகச் சொல்லலாம். தூய அனுபவ வாயிலான செயல்முறைகளால் யீஸ்டிலிருந்து ஒரு நல்ல 'போஷகப்' பொருளைப் பாஸ்டியார் தயார் செய்துவிட்டார். இந்தக் குறிப்பிட்ட பொருளைப் பரிசோதனைக்கு உரிய தாகத் தேர்ந்தெடுத்ததால் முக்கியமான விளைவுகள்

நீற்றிய காற்று - calcined air. மலடாக்கிய - sterilised. நியமப் பரிசோதனை - control experimenent. சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டுநீர் - sugared yeast water. சாரம் - extract. நைட்டிரஜன் உள்ள - nitrogenous. தாது உப்பு - mineral salt.

தோன்றின; அவைகளைச் சற்றுப் பின்பு குறிப்போம். ஒவ்வொரு பரிசோதனைச் செயல்முறைக்கும் அனுபவ-அறிவு ஒரு முக்கியமான பகுதியாக இருந்து வருகிறது.

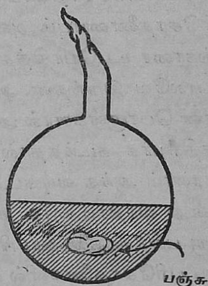


படம் 31. பாஸ்டியரின் உத்தியைச் சித்திரிக்கும் வரிப்படம். சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரைக் கொதிக்க வைத்து, பஞ்சு மொத்தையைக் குழாய்க்குள் செருகவேண்டும். மீண்டும் மீண்டும் வெற்றிடமாக்கியும் 'நீற்றிய காற்றை' நிரப்பியும் சாதாரணக் காற்றுக்குப் பதிலாக 'நீற்றிய காற்றை' ஈடுசெய்ய வேண்டும். பிறகு குடுவையைச் சாய்க்கவேண்டும். திரவத்துக்குள் பஞ்சு விழும்படி குடுவையைச் சாய்த்து, அந்தக் குடுவையை மூடிவிட வேண்டும். (படம் 32)

'சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரைத் தயார் செய்த பிறகு ஒரு கதகதப்பான சிற்றறையில் வைத்தாலும் கூட, நொதித்துப் போகாதிருக்கும்படி அதை மீள மீள தயார் செய்ய முடியும்' என்ற உறுதியான நம்பிக்கை பாஸ்டியருக்கு ஏற்பட்டது. இப்படிக் கிடைத்த அறிவைப் பரிசோதனையின் ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டு, அவர்

போஷகப் பொருள் – nutrient substance. வெற்றிடப் பம்பு - vacuum pump. குடுவை - flask.

வேலைசெய்யத் தொடங்கினர். ஒரு பஞ்சு வடிகட்டியின் மூலமாகக் காற்றை நிறைய உறிஞ்சி, அந்தப் பஞ்சு மொத்தையின் மீது சாதாரணக் காற்றிலுள்ள தூசியைப் படியச் செய்தார். பிறகு, சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீர் அடங்கிய, மலடாக்கப்பட்ட ஒரு குடுவைக்குள் இந்தப் பஞ்சுத் துண்டைச் செருகுவதற்கு ஒரு யுக்தியான ஏற்பாட்டைச் செய்தார். அதே சமயத்தில் வெப்பமுற்ற காற்றும் அது போல உள்ளே வர ஓர் ஏற்பாடு செய்யப் பட்டிருந்தது. (இந்தப் பரிசோதனை உத்தியை 31ம் 32ம் படங்களில் எளிதாக்கிய வரைப்படத்தில் சித்திரித்துக் காட்டியிருக்கிறது.) காலக்கிரமத்தில், பஞ்சுசெருகப் பட்ட குடுவைகளில் நன்ருக நொதித்தல் நிகழும் குறிகள் காணப்பட்டன. பஞ்சு செருகப்படாத குடுவைகளில் அவை காணப்படவில்லை.



படம் 32. 31ம் படத்திலுள்ள குடுவையை மூடிய பின் அதன் தோற்றம்.

பாஸ்டியர் எப்படி வேலை செய்தார் என்பதைக் காட்டும் இந்த உதாரணத்தில் 'நியமப் பரிசோதனையின்' உபயோகம் நன்கு தெரிகிறது. சுயப் பிறவியைப் பற்றிய இந்த விவாதத்தில் பாஸ்டியர் சொல்லியதை எவராவது மறுத்துக் கூற வேண்டுமானல், 'கிருமிகளை அழிக்கவோ அல்லது அவைகளை உள்ளே வரவிடாமல் தடுக்கவோ நீங்கள் எடுத்துக்கொண்ட எச்சரிக்கைகள் தவறிவிட்டால், அப்போது நொதித்தல் உண்டாகிவிடும் அல்லவா?' என்று

நியமம் - control. கல்நார் – asbestos.

சொல்வதைத் தவிர, வேறொன்றும் குறைகூற முடியாது. ஆகையால், பஞ்சு ஒன்றைத் தவிர, மற்றவைகள் எல்லாம் ஒன்றுபோலவே இருக்குமானால், அப்போது நொதித்தல் உண்டாவதில்லை என்று காட்டுவது அவசியமாக இருந்தது. பாஸ்டியர் இதற்கும் ஒரு படி மேலாகச் சென்றுவிட்டார். மற்றப் பரிசோதனைகளுக்கு 'நியமமாக' இருந்த ஒரு பரிசோதனையையும் அவர் நிகழ்த்தினார். பஞ்சுக்குப் பதிலாக கல்நாரை உபயோகித்தார் ; அப்போதும் விளைவுகள் முன் போலவே இருந்தன. ஆதலால், முற்றும் வெவ்வேறு வகையான பொருள்களால் அமைந்த இரண்டு வடிகட்டிகள் ஒரே மாதிரியாக நடந்ததால், நொதித்தல் தொடங்கியதற்குக் காரணம் அந்த வடிகட்டிகளை உள்ளே செருகியது அன்று என்று வாதாடினார். கல்நாரைக் கொண்டு அவர் இன்னும் ஒரு பரிசோதனையை நிகழ்த்தினார். அதுவே அவர் நிகழ்த்திய பரிசோதனைகளில் எல்லாம் மிகவும் சிறந்தது என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. வழக்கமாகச் செய்வதுபோல் தூசி நிரம்பியதாயும், ஆனால் அதற்குப் பிறகு வெப்ப முறச் செய்யப்பட்டதாயும் உள்ள கல்நார் வடிகட்டியைக் குடுவைகளுக்குள் செருகினால், அப்போது அது நொதித்தலை உண்டாக்குவதில்லை என்றும், தூசி நிரம்பியதாயும், ஆனால் வெப்பமுறச் செய்யப்படாததாயும் உள்ள வடிகட்டியைச் செருகி, பரிசோதனையை நிகழ்த்தினால், அப்போது நொதித்தல் உண்டாகிறது என்று காட்டினார்.

பாஸ்டியர் என்ன விஷயத்தை விளக்கிக் காட்ட வேண்டும் என்று விரும்பினார் என்பதை மனத்தில் வைத்துக் கொண்டு, அவர் செய்த இந்தச் சிறந்த பரிசோதனைகளை ஒரு முறை பார்ப்போம். சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரில் நொதித்தல் உண்டாக வேண்டுமானால், அதற்கு முன் உயிருள்ள பொருள்களின் மிகச் சிறிய துகள்கள் அங்கு

இருந்தாகவேண்டும் என்று அவர் நம்பினார். இந்தத் துகள்களின் எண்ணிக்கை மிகக் குறைவாக இருந்தபடியாலும், அவைகளின் பரிமாணம் மிகச் சிறியதாக இருந்தபடியாலும், அவைகளைத் துகள்கள் என்று மைக்ரோஸ்கோப்பினாலும் கூட நேரில் காண முடியாது. ஆகையால், அவைகள் இருப்பதை அவர் மறைமுகமாகவே காட்டவேண்டியிருந்தது. அப்படியிருந்தாலும், நொதித்தல் தொடங்குவதற்கு முன் சாதாரணக் காற்றிலுள்ள 'ஏதோ ஒன்று' குடுவைக்குள் புகுத்தப்பட வேண்டியிருந்தது என்பதை அவரால் நிரூபிக்க முடிந்தது. இதுவுமன்றி, ஏதோ ஒன்றாக உள்ள இதை ஒரு வடிகட்டியில் தூசியோடுகூடத் திரட்ட முடிந்தது. மேலும் வெப்பமுறச் செய்ததால் இது அழிக்கப்பட்டது (அல்லது இதன் சக்தி அழிக்கப்பட்டது). பரிசோதனைகளின் மூலமாக இப்படி வரையறுக்கப்பட்ட 'ஏதோ ஒன்று' சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரில் சாதாரணச் சூழ்நிலைகளில் வளரும் சூக்கும-அங்க ஜீவிகளின் முற்காரணியாக அல்லாமல் வேறு என்னவாக இருக்க முடியும்? இதுவரை பாஸ்டியர் கூறிவந்ததில் யாதொரு தவறும் இல்லை; இந்தப் பரிசோதனைகளின் விளைவாக அவர் கொண்ட முடிவிலிருந்து ஒரு சிறிதுகூடப் பின்வாங்க வேண்டிய அவசியமும் அவருக்கு ஏற்படவேயில்லை. ஆனால், இன்னும் அதிகச் சான்றுகளைத் திரட்டி அணிவகுப்பதற்கு அவர் முயன்றார். அம்முயற்சி அவரை ஏமாற்றமுள்ள இடத்தில் கொண்டுவந்து விட்டது.

பூஷேயோடு பாஸ்டியர் செய்த விவாதம்

நம்முடைய கதையின் இந்தப் பகுதி சீராக விளங்க வேண்டுமானால், அக்காலத்துக்குச் சில வருஷங்களுக்கு

பூஷே – Pouchet.

முன் வழங்கிவந்த அபிப்பிராயம் ஒன்றை நினைவுப் படுத்திக் கொள்ள வேண்டும்; அதாவது, அழுகுதலிலும் நொதித்த லிலும் ஆக்ஸிஜனே முக்கியமான மாறியாக இருக்கிறது என்னும் அபிப்பிராயம். பூஷேயின் கட்சியும் இதுதான். சிறிதளவு காற்றை உள்ளே புக விடுவதால், அழுகுதலோ அல்லது நொதித்தலோ உண்டாகிய பரிசோதனைகள் பல வற்றுக்குக் கிருமிக் கோட்பாடு அல்லது ஆக்ஸிஜன் கோட்பாடு ஆகிய இரண்டில் எதை வேண்டுமானாலும் காரணமாகக் கூறலாம். பாஸ்டியர் செய்த 'நீற்றிய காற்றுப்' பரிசோதனைகள் நம்பிக்கை அளிப்பவையாய் இருந்தன. ஆயினும், அவர் இன்னும் சில மிக எளிமையான பரி சோதனைகளை வகுத்தார். சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரை ஒரு குடுவையில் வைத்தார். அந்தக் கரைசலைக் கொதிக்க வைத்தார். பிறகு, அந்தக் குடுவையின் கழுத்தைச் சுவாலை யில் காட்டி இளக்கி மூடினார். ஆறிய பின், குடுவைக் கழுத்தின் நுனியை ஒடித்தால், சிறிதளவு காற்று உள்ளே பாயும். ஏனென்றால், சற்று உயர்ந்த வெப்ப-நிலையில் அந்தக் குடுவையை மூடியதால், அதற்குள் அரைகுறை யான வெற்றிடம் உண்டாகியிருந்தது. பாஸ்டியர் அதை மறுபடியும் கதகதப்பான ஓர் அறையில் வைத்தார். ஆக்ஸி ஜனே முக்கிய காரணியாய் இருந்தால், இப்படிச் செய்யப் பட்ட குடுவைகளில் எல்லாம் இப்போது நடப்பது ஒன்று போலவே இருக்கவேண்டும். ஏனென்றால், அவைகளைத் திறந்து மறுபடியும் இளக்கி மூடியபோது, அவைகளில் எல்லாவற்றுக்குள்ளும் சிறிது ஆக்ஸிஜன் உள்ளே பாய்ந்து சென்றிருந்தது. ஆனால், குடுவைகளிலுள்ள பொருள் நொதித்ததும் நொதிக்காததும் அக் குடுவைகள் எந்த இடத்தில் திறந்து மூடப்பட்டன என்பதைப் பொறுத்

மாறி – variable.

திருந்தது என்று பல பரிசோதனைகளிலிருந்து தெரிந்தது. பத்துப் பன்னிரண்டு குடுவைகளை ஒரே வகையாக நடத்தினால், அவைகள் எல்லாவற்றிலும் ஒன்று போலச் சூக்கும-அங்கஜீவிகளின் வளர்ச்சி மிக அரிதாகவே காணப்பட்டது. வாஸ்தவத்தில், இப்போது வருணிக்கப்பட்டபடி நிகழ்த்திய பரிசோதனைகளில், நாட்டுப்புறத்தில் திறக்கப்பட்ட 73 குடுவைகளில் 8ல் மட்டுமே நொதித்தலின் குறிகள் தோன்றின என்றும், மேர் டி க்ளாஸி என்னும் பனிக்கட்டி ஆற்றின்மீது திறந்து மூடப்பட்ட 20 குடுவைகளில் ஒன்றே ஒன்றிலேதான் பின்னர்ச் சூக்கும-அங்கஜீவிகள் இருப்பதாகக் காணப்பட்டது என்றும், ஷாமோனி என்னும் ஊரிலுள்ள விடுதியின் அறையில் திறக்கப்பட்ட 13 சாடிகளில் 10ல் வளர்ச்சிக் குறிகள் காணப்பட்டன என்றும் கண்ணைக் கவரும் நிகழ்த்துக்காட்டு ஒன்றின் மூலமாகப் பாஸ்டியர் நிரூபித்தார்.

ஒரு கிராமத்து விடுதியிலுள்ள காற்றில் தூசி பரவியிருப்பதைக்காட்டிலும் மலையில் உள்ள காற்றில் அது குறைவாகப் பரவியிருக்கும் என்பது நிச்சயம். ஆகையால், இப்படி நன்றாகத் தோன்றிய வித்தியாசம் காற்றில் கிருமிகள் பரவியதால் உள்ள வித்தியாசத்தை எடுத்துக் காட்டியதாக அவர் முடிவு செய்தது நியாயமாக இருந்தது. ஆனால், இதில் ஜீவநாடிபோன்ற விஷயம் என்னவென்றால், காற்று பற்பல குடுவைகளுக்குள் புகுந்தாலும்கூட, நொதித்தலை உண்டாகச் செய்யாமல் இருக்கக்கூடும் என்பது தான். ஆப்பெர்ட்டின் ஊறுகாய்ச் சாடிகளில் உள்ள காற்றைப் பகுத்தாராய்ந்தபோது ஒரு போலித் துப்புக் கிடைத்தது. தகர டப்பாக்களில் அடைத்த உணவுப் பொருள்களுக்கு

மெர் டி கிளாஸி–Mer de Glace. பனிக்கட்டி ஆறு - glacier. ஷாமோனி-Chamonix. ஊறுகாய்கள் – preserves. போலித் துப்பு - false scent.

மேல்புறத்திலுள்ள காற்றில் ஆக்ஸிஜனே இல்லை. மெதுவாக நிகழும் ஒரு துணைவிளைவே இதற்குக் காரணம்—அதாவது உணவிலுள்ள பொருளால் ஆக்ஸிஜன் உட்கிரகிக்கப்படுவது. இதுதான் பாஸ்டியர் கூறிய விளக்கம். நாம் இந்நாளிலும் ஒப்புக்கொண்டு வருவது இதைத்தான். 1862ல் வெளியிட்ட கட்டுரையில் தாம் கண்ட விஷயங்களைப் பின்வரும் விவரணத்தின் மூலமாகப் பாஸ்டியர் சுருக்கிக் கூறுகிறார்: 'ஒரு கஷாயத்துக்குத் தனித்தப்பட்ட பண்பை அளிக்கும் ஓர் ஒழுங்காக அமைந்த உயிரை அந்தக் கஷாயத்தில் உண்டுபண்ணுவதற்குச் சாதாரணமாக மிகச் சிறு அளவுள்ள காற்று இருந்தாலும் போதும் என்று சொல்வது சரி அன்று.'

பூஷேக்கும் அவரை ஆதரித்த நண்பர்களுக்கும் பாஸ்டியர் எழுதிய கட்டுரையால் நம்பிக்கை ஏற்படவில்லை. அவர்கள் தாங்களே மலை உச்சிகளில் பரிசோதனைகளைச் செய்யத் தலைப்பட்டார்கள்; பாஸ்டியர் வெளியிட்ட முடிவுகளுக்கு முற்றும் எதிரிடையான முடிவுகள் அவர்களுக்குக் கிடைத்தன. மான்ட் ப்ளாங்க், மான்டே ரோஸா என்னும் மலைச் சிகரங்களின் மீதும் பிரென்னீஸ் மலைத்தொடரில் உள்ள ஒரு பனிக்கட்டியாற்றின் மீதும் நொதிக்கக் கூடிய பொருள்கள் அடங்கிய குடுவைகளைத் திறந்து, மூடினார்கள். பாஸ்டியர் கூறிய எச்சரிக்கைகளை எல்லாம் அவர்களும் எடுத்துக் கொண்டார்கள் என்றுதான் சொல்லப்பட்டது. ஆயினும், அந்த ஏனங்களைக் கதகதப்பான இடத்தில் வைத்தபோது, ஒவ்வோர் ஏனத்திலும் வளர்ச்சிகள் தோன்றின. அப் பரிசோதனைகளை அவர்கள் சீராகச்

துணைவிளைவு – secondary effect. கஷாயம் - infusion. மான்ட் ப்ளாங்க்- Mont Blanc. மான்டே ரோஸா - Monte Rosa. பிரென்னீஸ் - Pyrennes. பனிக்கட்டி யாறு - glacier.

செய்யாததே இந்த முடிவுக்குக் காரணம் என்று பாஸ்டியர் கூறினர்; அப்படிக் கூறுவது இயற்கைதானே? ஏனென்ருல் பரிசோதனையில் ஏற்படும் ஒவ்வொரு பிழையும் வேற்றியல் பிறவியை ஆதரிப்பவர்களின் கட்சிக்கு அனுகூலமாக இருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது என்பதை நாம் கவனிக்க வேண்டும். மேலும், கிருமிகளை அழிக்கவோ நீக்கவோ தவறும்போதெல்லாம், பாஸ்டியரின் கற்பிதக் கொள்கைப் படி, சுயப் பிறவி உண்மை என்று காட்டுவது போலத் தோன்றும் முடிவுகள் கிடைத்தாக வேண்டும்.

பாஸ்டியருக்கும் பூஷேக்கும் இடையே நிகழ்ந்த விவாதத்தைத் தீர்ப்பதற்குப் பிரான்சு நாட்டு அக்காடமி ஒரு கமிட்டியை ஏற்படுத்திற்று. பாஸ்டியர் தம்முடைய குடுவைகளைக் கொண்டுவந்தார். அவை எல்லாம் திறந்து மூடப்பட்டபோதிலும், அவைகளில் நொதித்தல் குறிகள் காணப்படவே இல்லை. அவருடைய ருசுக்கள் மிகவும் நம்பத்தக்கவையாய் இருந்தன. ஆனல், பூஷேயும் அவருடைய துணைவர்களும் அந்தச் சோதனைகளைச் செய்வதற்குக் கமிட்டி விதித்த நிபந்தனைகளைப் பற்றி மிகவும் அற்பமான, எத்தனையோ ஆட்சேபணைகளைக் கூறினர்கள். அவர்கள் ஏன் இவ்வாறு கூறினர்கள் என்பதற்குக் காரணமே விளங்கவில்லை. கடைசியில் அவர்கள் பின் வாங்கியும் விட்டார்கள். பாஸ்டியருக்கு அனுகூலமாகக் கமிட்டி தீர்ப்பளித்தது. 1865ல் முழு வெற்றி கிடைத்ததாகத் தோன்றிற்று. ஆனல், அந்த விவாத அரங்கிலிருந்து பூஷே அவசரப்பட்டுப் பின்வாங்கிவிட்டார் என்பது பத்து வருஷங்களுக்குப் பின் பாஸ்டியருக்குத் தெளிவாகத் தெரிந்தது.

கண்டிப்பாக நடத்தப்படும் பரிசோதனைகளால் சோதிக்கும்போது தாங்கி நிற்கக் கூடியவையான சான்று

கள் எவையும் வேற்றியல் பிறவிக்குச் சாதகமாகக் கிடைத்து விடவில்லை. ஆனால், அப்போது கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்கள் பூஷே செய்த பரிசோதனைகளின் முடிவுகள் தவறான பரிசோதனைச் செயல்களின் விளைவுகள் அல்ல என்பதை எடுத்துக் காட்டின. இதிலுள்ள சிரமத்துக்குக் காரணம் வேறு, பூஷே காய்ந்த புல்லிலிருந்து இறக்கிய சாறுகளை உபயோகித்தார். பாஸ்டியர் சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரை உபயோகித்தார். அந்த ஆராய்ச்சியாளர் இருவரும், அவர்களுடைய செயல்களைக் கவனித்த விஞ் ஞானிகளும் நொதிக்கக்கூடிய பொருளின் தன்மையால் யாதொரு விளைவும் உண்டாகாது என்று பாவித்துக் கொண்டார்கள். யதார்த்தத்தில், பொருளே மிகமிக முக்கியமான மாறியாக இருந்தது. ஏன் ? அதிசூக்கும அங்கஜீவிகள் காய்ந்த புல்லில் இயற்கையாக இருக்கின்றன; அவை நுண்ணிய முட்டைகளை இயற்றுகின்றன. அவை இந்த நுண்கிருமிகளின் ஜீவசரித்திரத்தில் ஒரு வகையான ஓய்வு-நிலையைச் சார்ந்தவை. அதிசூக்குமமான இந்த முட்டைகள் வெப்பத்தை நன்றாகத் தாங்கவல்லவை; அதனால் அழியாமல் தங்கி நிற்கக் கூடியவை. ஆனால், ஆக்ஸிஜன் அங்கு இருந்தாலன்றி அவை சூக்கும அங்கஜீவிகளைச் செழித்து வளரச் செய்வதில்லை. ஆகை யால் சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரை மலடாக்குவதற்குப் போதிய கொதிப்பு காய்ந்த புல்-கஷாயங்களை மலடாக்கப் போதியதாக இருப்பதில்லை. (பூஷேயின் கஷாயங்களைப் போல்) போதிய அளவுக்குக் குறைவாக மலடாக்கப்பட்ட காய்ந்த புல்-கஷாயத்தில் ஆக்ஸிஜனைப் புகவிட்டால், ஒவ்வொரு தடவையிலும் அது வளர்ச்சியைத் தூண்டு கிறது. சுருங்கக் கூறின், பூஷேயின் குடுவைகளில்,

---

இறக்கிய சாறு - infusion. நுண்ணிய முட்டைகள் - spores.

ஆக்ஸிஜன் இருந்ததா இல்லையா என்பதுதான் முக்கிய விஷயமே தவிர, காற்றில் கிருமிகள் இருந்தனவா இல்லையா என்பது முக்கிய விஷயம் அன்று,

சிலவகைக் கஷாயங்களை மலடாக்குவதிலுள்ள இத்தகைய சிரமங்கள் எல்லாம் மேலும் நடத்தப்பட்ட விவாதத்தின் விளைவாக 1870ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் வெளிப்பட்டன. வேற்றியல்-பிறவிக் கட்சிக்குச் சாதகமாக முக்கியமாகக் கச்சை கட்டியவர் பாஸ்டியன் என்னும் ஓர் ஆங்கிலேய வைத்தியர். இவரைப் பற்றி ஏற்கெனவே சொல்லியிருக்கிறேன். எதிர்க்கட்சியில் ஜான் டின்டல் என்னும் பௌதிகர் பாஸ்டியருக்கு உறுதியான பக்க பலத் துணைவராக உதவினர். இதன் விவரங்களை எல்லாம் கூறப்போனல் இன்னும் ஓர் அத்தியாயம் எழுத வேண்டியிருக்கும். ஆனல், உயிருள்ள அங்கஜீவிகளின் எல்லா முற்காரணிகளையும் அழிப்பதற்குத் தேவையான செயல் முறைகள் என்ன என்பதைப் பற்றி டின்டலும் பாஸ்டியரும் கொண்டிருந்த அபிப்பிராயங்களை அவர்கள் மாற்றிக்கொள்ளும்படி பாஸ்டியன் செய்துவிட்டார். நீரின் கொதிநிலையைக் காட்டிலும் அதிகமாக உள்ள உஷ்ண நிலைகள் சில வேளைகளில் அவசியமாக இருந்தன. இந்தக் காலம் தொடங்கி, பேப்பின் ஜீரணி (பக்கம் 178) ஆட்டோக்ளேவ் என்னும் புதுப்பெயர் பெற்று, உயிரியல் சோதனைச்சாலைகளிலும், அதற்குப் பிறகு ஆசுப்பத்திரிகளிலும் சிறப்பாகக் காணப்படும் கருவியாகி விட்டது.

1880 ஆண்டுகளில் நுண்ணுயிர் நிபுணர்களின் உத்திகள் இறுதியாக வளர்ச்சி பெற்ற வடிவத்தைக் குறித்து

பாஸ்டியன் - Bastian. ஜான் டின்டல் - John Tyndall. பேப்பின் ஜீரணி - Papin's digestor. ஆட்டோக்ளேவ் - autoclave.

நீட்ஹாம் என்பவரின் ஆவி ஆட்சேபனை சொல்லுவது நம்முடைய காதுக்குக் கேட்பது போல் தோன்றுகிறது. தாவரப் பொருளிலாவது பிராணிப் பொருளிலாவது உணர்ச்சியுள்ள ஜீவதத்துவம் ஒன்று இருக்குமானல், நீரின் கொதிநிலைக்கு மிகவும் மேற்பட்ட உஷ்ணநிலை வரை, சிற்சில வேளைகளில் நெடுநேரம் வரையிலும், வெப்ப மேற்றும்போது அந்த ஜீவதத்துவம் சித்திரவதை செய்யப்படும். ஆனல், ஜீவதத்துவம் என்பது போன்ற தெளிவில்லாத கருத்துக்கள் நிலவி வந்த காலம் அநேகமாகக் கடந்து போய்விட்டது. உயிர்-இரசாயனமும் பாக்டீரிய இயலும் தங்கள் மனக்கோள்களின் வரையறைகளைக் குறுக்கத் தொடங்கின. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் கடைசி வாக்கில், சுயப் பிறவியைப் பற்றிய விவாதம் சம்பந்தப்பட்ட மட்டில், பாஸ்டியரும் டின்டலும் செய்திருந்த பரிசோதனைகளுக்குச் சரித்திர ரீதியான மதிப்பு மட்டுமே இருந்தது. ஆனல், மற்றக் காரணங்களின் நிமித்தம் அவைகளின் முக்கியத்துவம் ஒப்புக்கொள்ளப் பட்டது. பாக்டீரிய-இயல் நிபுணர், சூக்கும-உயிரியல் நிபுணர் ஆகியோரின் உத்திகளுக்கு இந்தப் பரிசோதனைகள் உறுதியான அஸ்திவாரமாக இருந்தன என்பதே அவைகளுக்கு முக்கியத்துவம் அளித்த காரணம். லாக்டிக் அமில நொதித்தலைப்பற்றிப் (பக்கம் 384) பாஸ்டியர் வெளியிட்ட முதல் கட்டுரையில் காட்டிய வழியைப் பின்பற்றி, சூக்கும-அங்கஜீவிகளின் தூய இனங்களை எப்படித் தனிப்படுத்தி வளர்ப்பது என்று விஞ்ஞானிகள் கற்றுக்கொண்டு விட்டார்கள், ஆகையால், சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரைப் போன்ற போஷகப் பொருள் ஒன்றில் தூசியை

பாக்டீரிய இயல் - bacteriology. சூக்கும-உயிரியல் நிபுணர் - microbiologist.

இட்டபோது, பலவகைப்பட்ட சூக்கும-அங்கஜீவிகளைக் கூட்டம் கூட்டமாக உண்டாகவிடாமல், தக்க பொருளை இனாக்குலேஷன் செய்து, ஏதாவது ஓர் அங்கஜீவியையோ அல்லது மற்றொன்றையோ தங்கள் மனம்போல் வளரச் செய்ய முடிந்தது. மலடாக்கப்பட்ட ஒரு பொருளில் புகுத்தப்பட்ட தனிக்கிருமிகள் அதற்குப் பின்னர் ஏற்பட்ட வளர்ச்சிக்குத் தொடங்குதானமாக இருப்பதை (மைக்ரோஸ்கோப்பினால்) பார்க்கக்கூடிய நிலையை அடையும் காலம் அநேகமாக நெருங்கிவிட்டது. இதை வேறு விதமாகச் சொல்லலாம். பாக்டீரிய-இயலின் உத்திகளும் மனக்கோள்களும் முன்னேற்றம் அடைந்த காரணத்தால், சுயப் பிறவியைப் ஆதரிப்போர் ஒருவர் இன்ன இன்ன அங்கஜீவி தானாகவே உற்பத்தியாகிறது என்று குறிப்பிட்டுத் தெளிவாகக் கூறவேண்டியிருந்தது. உணர்ச்சியுள்ள ஜீவதத்துவம் சர்க்கரை போட்ட யீஸ்டு நீரில் ஒரு திரவத்தின் ஒரு சொட்டைப் புகுத்தியபோது ஒருவகையான அங்கஜீவியையும், அதே பொருளில் மற்றோர் திரவத்தைச் சொட்டவிட்டபோது வேறொரு வகை அங்கஜீவியையும் இயற்றக்கூடும் என்று கட்சி சொல்வது நீட்ஹாமின் ஆவிக்குக் கூடச் சிரமமாக இருந்திருக்கும், யீஸ்டிலோ, இறைச்சியிலோ, காய்ந்த புல்லிலோ, அல்லது நொதிக்கும் வேறெந்தப் பொருளிலோ காணப்படும் நைட்ரஜனுள்ள பொருள்களைக் குறித்து, 'இவை "நொதிப் பொருள்" அன்று என்றும், "நொதிப் பொருள்களின் உணவு" தாம் இவை' என்றும், பாஸ்டியரே சொல்லியபடி, சொல்ல வேண்டுமே தவிர, அவை வேறொன்று என்று எண்ணவே முடியாது.

இப்போது நாம் கவனித்துப் பார்த்த காரியத்தின் விளைவு மிகத் தெளிவாகத் தெரிகிறது. ஆகையால், அந்த

இனாக்குலேஷன் - inoculation (உட்புகுத்தல்).

முடிவுகளை நாம் இந்நாளில் விவேகத்தின் பகுதிகள் என்றே ஒப்புக்கொள்கிறோம். அப்படிச் செய்யும்போது, பரிசோதனை - உயிரியலில் பரிசோதனைகளோடு மனக்கோள்களைச் சம்பந்தப்படுத்துவதில் உள்ள சிரமங்களை நாம் தெரிந்துகொள்வதில்லை. ஆகையால் கதையின் முக்கிய அம்சத்தைப் பலகாலும் நழுவவிடுகிறோம். சுயப் பிறவிச் சரித்திரம் முழுவதையும் மீண்டும் ஒருமுறை படிப்பது நன்று. ஏனென்றால் அப்படிச் செய்தால்தான், தெளிவில்லாமலிருந்த விவேக ரீதிக் கருத்துக்கள் பல, நொதித்தலில் போலவே, இதிலும் விஞ்ஞான மனக்கோள்களாக உருமாறுவதைப் பார்க்கிறோம் என்று தெரிந்துகொள்ள முடியும். இப்படி உருமாறும் செயல் எத்தனை சுற்றிச் சுற்றி நிகழ வேண்டியிருக்கிறது! தர்க்க ரீதியாக அமையாத அத்தனை பின்னணிகளை உடைய விவேக ரீதிக் கருத்துக்களைப் பரிசோதனை சம்பந்தமான கருத்துக்கள் சொற்கள் ஆகியவற்றின் மூலமாக மீண்டும் முறைபடக் கூறுவது எவ்வளவு கஷ்டமான காரியம். 'உயிருள்ள அங்கஜீவிகள்' அல்லது 'சூக்கும அங்கஜீவிகளின் உயிருள்ள முற்காரணிகள்', அல்லது 'கிருமிகள்' என்னும் சொற்களால் நாம் வெளியிடும் விவேக ரீதிக் கருத்துக்களுக்கு உளப்பான்மையும் சமூகப் பான்மையும் ஆதாரங்களாக இருக்கின்றன. மிக மெதுவாகவும் ஏராளமான வேலைகளின் பயனாகவுமே அவை விஞ்ஞான மனக்கோள்கள் ஆகியிருக்கின்றன.

இந்தக் கதையை நவீன உயிரியலில் தொடர்ந்து பார்த்தால், தூய உயிரியலிலும் பயன்தரு உயிரியலிலும்

முற்காரணிகள் - precursors. வைரஸ் - virus. (மிக மிகச் சூக்கும மான நோய்க்கிருமிகள், தாவரங்களிலும் பிராணிகளிலும் ஒட்டுண்ணிகளாக வாழ்பவை, அவ்வாழிடங்களுக்கு வெளியே வாழத் திறமையற்றவை. சாதாரண மைக்ரோஸ்கோப்புக்களாலும் காண இயலாத நுண்மையை உடையவை. பாக்டீரியாவைத் தடுக்கும் வடிகட்டிகளாலும் தடைப்படாதவை.)

உழைத்து வரும்வரை இதே வகையான கஷ்டங்கள் வேதனைப் படுத்துவதைக் காணலாம். 'வைரஸ் உயிருள்ளதா? உயிரற்றதா? நோய்க் காரணி நோய்க்கு அவசியமான 'காரணம்' மட்டும்தானா? அல்லது அதுவே போதிய 'காரணமும்' ஆகுமா? அது போதாவிட்டால், மற்ற மாறிகள் யாவை? நோய் என்பதற்கு வரையறை என்ன ? சூக்கும அங்கஜீவிகளின் இனத்தை எப்படிக் குறிப்பிடுவது ? ஒரு குறிப்பிட்ட வைரஸ்ஸை எப்படி வரையறை செய்வது ? இவைகளையும் இது போன்ற எண்ணிறந்த மற்றக் கேள்விகளையும் தொடர்ந்து ஆராய வேண்டுமானல், உயிரியல் துறைகளின் நவீனச் சோதனைச் சாலைகளுக்கும், விவசாய நிலையங்களுக்கும், வைத்தியப் பள்ளிக்கூடங்களுக்கும், விசேஷ ஸ்தாபனங்களுக்கும் நாம் செல்ல வேண்டிவரும். பாஸ்டியர் கனவுகூடக் கண்டிருக்க முடியாதவையான பிரச்சினைகளின் ஆராய்ச்சிகள் அங்கே நிகழ்ந்துவருவதை நாம் காணலாம். ஆயினும், அங்கே காணப்படும் செயல்முறைகளும் சிந்தனைமுறைகளும் அவர் கையாண்ட முறைகளைப் பெரும்பான்மையும் ஒத்தவையாகவே இருக்கும் என்பது நிச்சயம். ஒரு மார்க்கதரிசியையோ, வேகமுள்ள ஒரு மகாமேதாவியையோ அதிர்ஷ்டவசமாக நாம் கண்டால், அவரும், பாஸ்டியரைப் போலவே, தம்முடைய பெருங் கற்பிதக்கொள்கைகளில் துணிவுள்ளவராயும், தாம் முற்படக் கொண்ட கருத்துக்களில் (விஞ்ஞான துரபிப்பிராயங்களிலும் கூட) உறுதியுள்ளவராயும் அநேகமாக இருப்பது புலப்படும்.

'அது சரிதான்; உயிருள்ள அங்கஜீவிகளின் உற்பத்தியைப் பற்றி என்ன சொல்லுகிறீர்கள் ? அவை சுயமாகவே உற்பத்தியாகாவிட்டால், எங்கும் ஏராளமாகக் காணப்படும்

நோய்க் காரணி - disease agent.

பெரிதும் சிறிதுமான தாவரங்களும் பிராணிகளும் எப்படித் தொடங்கின?' என்று ஒரு வாசகர் கேட்கலாம். இந்தக் கேள்விக்கு விடை அளிக்கவேண்டுமானால், அல்லது விடை தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், முற்காலத்தில் என்ன நிகழ்ந்தது என்பதை ஆராய்வதற்கு நாம் என்ன முறைகளைப் பின் பற்றுகிறோம் என்பதைக் கவனிக்க வேண்டும். ஏனென்றால், இன்று பூமியின் மீது ஓரிடத்திலும் சுயப் பிறவி நடக்கவேயில்லை என்று ஒருவராலும் முழு நிச்சயத்தோடு ஒரு மறுப்பு மொழியைக் கூற முடியாது. ஆனபோதிலும், ஒவ்வொரு உயிருள்ள அங்கஜீவிக்கும் ஓர் உயிருள்ள முற்காரணி இருக்கிறது என்னும் மனக்கோளால் நன்றாக விளக்க முடியாத தோற்றம் எதுவுமே இதுவரை ஆராயப்படவில்லை என்று சொல்லுவது அதைவிட மேலானது. பண்டைப் பழங்காலத்தை ஒட்டிய ஆராய்ச்சியைப் பற்றி என்ன ? அந்தப் பெரிய விஞ்ஞான முயற்சியில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்களில் சிலவற்றையும் அதில் காணப்படும் கஷ்டங்கள் சிலவற்றையும் பின்வரும் அத்தியாயத்தில் சர்ச்சை செய்வோம்.

அத்தியாயம் பத்து

பண்டை ஆராய்ச்சி

விஞ்ஞானக் கருத்துக்களின் வளர்ச்சியைப் பற்றிச் சமீபத்தில் எழுதிய ஒருவர் கோபெர்னிக்கஸ் செய்த புரட்சி, நியூட்டன் செய்த புரட்சி, டார்வின் செய்த புரட்சி என்று மூன்று பெரும் புரட்சிகள் நவீன விஞ்ஞானத் துறையில் நிகழ்ந்திருக்கின்றன என்று கூறியிருக்கிறார். விஞ்ஞானச் சரித்திரத்தில் நிகழ்ந்த இந்த மூன்று பெரிய நிகழ்ச்சிகளில் ஒன்றைப் பற்றியாவது நான் இதுவரை அனேகமாக ஒன்றுமே கூறவில்லை என்பதை வாசகர்கள் கவனித்திருப்பார்கள். இந்தப் புத்தகத்தின் இனி வரும் பகுதிகளிலும் நான் இவைகளைப் பற்றிச் சொல்லப் போவதில்லை. இதற்குக் காரணம் என்ன என்பது உங்களுக்கே தெரியும். மேற்கத்திய உலகில் நிலவிவரும் அறிவியல் அபிப்பிராயங்கள் என்னும் சூழ்நிலையின் மீது விஞ்ஞானக் கருத்துக்கள் தாக்கியதைப் பற்றி இந்த நூலில் கவனிக்கவேண்டும் என்பது என் கருத்து இல்லை. நான் இந்நூலில் அக்கறை கொண்டதெல்லாம் சென்ற முந்நூறு ஆண்டுகளில் பரிசோதனை விஞ்ஞானம் முன்னேற்றமடைந்த முறைகளைப் பற்றியே யாகும். விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளின் சரித்திரத்தைக் குறித்தும், உலகத்தின் பிறப்பையும் அதில் வாழும் சகல ஜீவராசிகளின் உற்பத்தியையும் பற்றிய மாறிவரும் அபிப்பிராயங்களோடு அவைகளுக்குள்ள சம்பந்தத்தைக் குறித்தும் அக்கறை கொண்டவர்கள் வைட்மன் எழுதிய

கோபெர்னிக்கஸ் - Copernicus. புரட்சி - revolution. நியூட்டன் - Newton. டார்வின் - Darwin. வைட்மன் – Wightman.

விஞ்ஞானக் கருத்துக்களின் வளர்ச்சி என்னும் நூலையும் பட்டர்பீல்ட் எழுதிய **நவீன விஞ்ஞானத்தின் உற்பத்திகள்** என்னும் நூலையும், வொய்ட்ஹெட் எழுதிய **விஞ்ஞானமும் நவீன உலகமும்** என்பவை போன்ற சிறந்த நூல்களையும் பார்ப்பது நன்று.

அப்படியிருந்த போதிலும், இந்த அத்தியாயத்தில் வேதாந்த சாஸ்திரம், தத்துவம், விஞ்ஞானம் என்பவைகளால் எல்லையிடப்பட்ட ஈரடியான ஒரு பிரதேசம் நம் கண்ணுக்கு எட்டக்கூடிய தூரம் வரையிலாவது நாம் வரக்கூடும் என்று நினைக்கிறேன். ஏனென்றால், விஞ்ஞானிகளும் புலவர்களும் பண்டைப் பழங்காலத்தை ஆராயும் போது அவர்களுக்குத் தோன்றும் விசேஷப் பிரச்சினைகளில் சிலவற்றைச் சுருக்கமாகக் கவனிக்கப் போகிறேன். பூதத்துவ-இயல், தொல்லுயிர்-நூல் என்னும் விஞ்ஞானங்களின் அடிப்படை ஒப்புக்கோள்களின் முறைகளையும் விசேஷமாகப் பரிசீலனை செய்யப் போகிறேன். பிரபஞ்ச சிருஷ்டியைப் பற்றி எழும் சில பொதுப் பிரச்சினைகளையும் சற்றே கடைக்கண்ணால் பார்க்கப் போகிறேன். அறிவுள்ள மக்களின் பொது நோக்கில் மிகப் பெரிய பிரதிக்கிரியை விளைவுகளை உண்டாக்கிய கருத்துக்கள் இந்த விஞ்ஞானத் துறைகளில்தான் வளர்ச்சியடைந்திருக்கின்றன. பரிணமக் கோட்பாடுகளில் இக்காலத்தில் புதுமையாக ஒன்றும் காணப்படுவதில்லை என்று மிக நிச்சயமாகக் கூறலாம். அதோடு இக்காலத்தில் உள-நூல் அறிஞர்கள், மானுடக்

விஞ்ஞானக் கருத்துக்களின் வளர்ச்சி - *The Growth of Scientific Ideas*. பட்டர்பீல்ட் - Butterfield. **நவீன விஞ்ஞானத்தின் உற்பத்திகள்** - *The Origins of Modern Science*. வொய்ட் ஹெட் - Whitehead. **விஞ்ஞானமும் நவீன உலகமும்** - *Science and the Modern World*. வேதாந்த சாஸ்திரம் - theology. தத்துவம் - philosophy. ஈரடியான - ambiguous, **பூதத்துவ-இயல்** - geology. தொல்லுயிர் நூல் – paleontology. பிரதிக்கிரியை விளைவுகள்-repurcussions. உள நூல் அறிஞர்கள்-psychlogists.

கலை நிபுணர்கள், சமூகக்கலை நிபுணர்கள் ஆகியோரின் விளக்கங்களைப் பற்றி எல்லாம் வேதாந்த சாஸ்திரிகளும் அஞ்ஞான வாதிகளும் மிகவும் மும்முரமாகச் சண்டை போடுகிறார்கள். ஆயினும், சுமார் ஐம்பது வருஷங்களுக்குச் சற்று முன்புதான் கார்னெலின் முதல் தலைவரான ஆன்ட்ரூ வொய்ட் என்பவருக்கு **விஞ்ஞானத்துக்கும் வேதாந்த சாஸ்திரத்துக்கும் நிகழ்ந்த மகா யுத்தம்** என்னும் இரண்டு வால்யூம் கொண்ட சரித்திரத்தை எழுதுவது அவசியம் என்று தோன்றிற்று. முன்னுரையில் வொய்ட் கூறுவதுபோல, பிராட்டெஸ்டன்டுத் திருச்சபைகளில் பழைய மரபுப் பற்று மிக்கவர்களான அங்கத்தினர்களின் ஆட்சேபணைகளால் புதிய பல்கலைக் கழகத்தை தொடங்குவதில் அவருக்கு மிகவும் அதிகமான தொந்தரவு ஏற்பட்டது. ஆகையால், விஞ்ஞான ஆராய்வின் சுதந்திரத்தின் நிமித்தம் போராடக் கச்சை கட்டவேண்டும் என்று அவருக்குத் தோன்றிற்று. பல காரணங்களை ஒட்டி அவருடைய நூலை இக்காலத்தில் படிப்பது பயனுள்ளதாகும். நான் அதைப் பற்றி இங்கே சொல்வதற்கு ஒரு காரணம் உண்டு. அது என்னவென்றால், இந்த நூலின் அத்தியாயத் தலைப்புக்களை மட்டும் மேலெழுந்தவாரியாகப் பார்த்தால், வொய்ட் வர்ணிக்கும் யுத்தம் எல்லாம் பெரும்பாலும் பண்டைக் காலத்தை எப்படிப் பொருள் கொள்வது என்பதைப் பற்றியதுதான் என்று தெரியும். பழைய மரபுப் பற்று உடையவர்கள் ஒருபுறம் அணிவகுத்திருந்தார்கள். மறுபுறம் இந்தக் கிரகத்தின் சரித்திரத்தைப்

சமூகக்கலை நிபுணர்கள் - sociolo-gists. அஞ்ஞான வாதிகள் - agnostics. கார்னெல் . Cornell. ஆண்ட்ரூ வொய்ட் - Andrew White. விஞ்ஞானத்துக்கும் வேதாந்த சாஸ்திரத்துக்கும் நிகழ்ந்த மகாயுத்தம் - *The Warfare of Science and Theology.* பிராடெஸ்டன்டுத் திருச்சபை - Protestant churches. மரபுப் பற்று உடைய - orthodox.

பற்றிய புதிய விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளை ஆதரித்தவர்களோ, அல்லது பழங்காலச் சான்றுகளைத் தெரிந்துகொள்வதற்கு நுட்பமான ஆராய்ச்சி முறைகளைப் பயன்படுத்தும் சரித்திரக்காரர்களும் புலவர்களுமோ இருந்தார்கள். பழங்காலத்தை ஆராய்பவர்களின் முறைகளைப் பற்றிச் சர்ச்சை செய்தாலும்கூட, மிகவும் பலமாகக் கட்சி பேசும் வாதிகளின் ஆயுத வீச்சுக்கு ஒருவன் இலக்காக வேண்டிவரும்.

பௌதிகம், இரசாயனம், பரிசோதனை உயிரியல் ஆகியவற்றை மட்டும் கவனிப்பதாக இருந்தால், நான் இப்போது செய்தபடி விஞ்ஞானத்தை எச்சரிக்கையோடு அணுகும் முறை யாருக்குமே மனவருத்தத்தை உண்டாக்காது. ஏனென்றால், நான் சித்திரித்துக் காட்டிய விஷயத்தைத் திருத்திக்கொள்ள விரும்பும் வாசகர்கள் தங்களுடைய கொள்கையையும் சேர்த்துக்கொள்ளலாம். மேலும் அந்தக் கொள்கையை எங்கிருந்து வேண்டுமானாலும் தங்கள் பிரியம்போல் பொறுக்கி எடுத்துக் கொள்ளலாம். உதாரணமாக, அணுக்கள், மூலக்கூறுகள், ஜீன்கள் ஆகியவை உண்மையாகவே இருக்கின்றன என்று சிலர் வற்புறுத்துகிறார்கள். இந்தச் சொற்கள் மனக்கோட்திட்டங்களின் பெயர்களாகுமே தவிர, வேறெந்தப் பொருளையும் இவைகளுக்கு நான் கொடுக்கத் தயாராக இல்லை என்று சொன்னால் அவர்கள் என்மேல், ஒருவேளை கோபித்தாலும், அதிகமாகக் கோபப்படமாட்டார்கள். ஏனென்றால், அவர்களுடைய விஞ்ஞான நம்பிக்கையை என்னுடைய ஐயப்பாட்டோடு இணங்கச் செய்ய முடியும். புதுக் கருத்துக்கள் பரிணமிக்கும் முறைகளையும், பரிசோதனைகளால் அவை சோதிக்கப்படும் செயல்முறைகளையும் நன்கு தெரிந்துகொள்ள வேண்டுமானால், நாம் செய்ய

அணு - atom. மூலக்கூறு - molecule. ஜீன் - gene.

வேண்டியது ஒன்று உண்டு. நாம் இக்காலத்தில் யாதொரு சந்தேகமுமில்லாமல் ஒப்புக்கொள்ளுகிறோமே அந்த மனக் கோட் திட்டங்கள் முதல்முதலில் வெளியிடப்பட்டபோது, அவைகளைச் சந்தேகத்துக்கு இடமான கற்பிதக் கொள்கைகள் என்று சிலர் கருதினார்கள், அல்லவா? அப்பேர்ப்பட்டவர்களின் மனநிலையை நாம் அடைய முயலலாம். இப்படிச் செய்வதுதான் சௌகரியம் என்றுவது அந்த வாசகர்கள் ஒப்புக்கொள்ளுவார்கள். இதற்கு மறு பக்கமாக, உலகத்தைப் பற்றி விஞ்ஞானம் கூறும் விஷயங்கள் எல்லாம் முழு நிறைவு இல்லாதவை என்று கருதும் வேதாந்த சாஸ்திரப் பற்றுடைய வாசகர்களும் நான் இவ்விஷயத்தைச் சந்தேகத்தோடு அணுகுவதைப் பாராட்டலாம். விஞ்ஞான விஷயத்தில் நான் சித்தாந்த மனப்பான்மை கொள்ளாமலிருப்பதை அவர்கள் கொண்டாடக்கூடச் செய்யலாம். சுருங்கக் கூறின், முந்தின அத்தியாயத்தில் ஒழுங்கான செய்கை-முறைகளைப் பற்றிக் கூறப்பட்ட சர்ச்சையானது லாபார்த்த வாதிகளாலும், தர்க்க ரீதியான அனுபவ அறிவு வாதிகளாலும், நவீன தோமாஸ்-கொள்கையினர்களாலும், வேத நூல்களில் பரிபூர்ண நம்பிக்கையுள்ளவர்களாலும், கான்ட்-கொள்கையினர்களாலும், அஞ்ஞானவாதிகளாலும் (குறைவுள்ளதாக இருந்தாலும்) திருப்திகரமானது என்று ஒரு கால் கருதப்படலாம். பிரபஞ்சத்தைப் பற்றி நவீன விஞ்

வேதாந்த சாஸ்திரம் - theology. ஒழுங்கான செய்கை முறை - methodology. லாபார்த்தவாதி – pragmatist. (எவ்விஷயத்தையும் அதற்கு வாழ்க்கைக் காரியங்களிலுள்ள பயனை ஒட்டி மதிப்பிடும் கொள்கையுடையவன்). தர்க்க ரீதியான அனுபவ அறிவு வாதி - logical empiricist. நவீன-தோமாஸ் கொள்கையினர் - Neo-Thomists. (தோமாஸ் அக்வினஸ் என்பவரின் வேதாந்தக் கொள்கைகளில் நவீன முறையில் பற்றுடையவர்கள்). வேத நூல்களில் பரிபூர்ணப் பற்றுடையவர்கள் - fundamentalists. கான்ட் கொள்கையினர்கள் - Kantians. (கான்ட் என்பவர் பதினெட்டாம் நூற்றுண்டினரான ஜெர்மானிய தத்துவஞானி). அஞ்ஞானவாதி – agnostic.

ஞானம் கூறும் விளக்கங்கள் முற்றும் திருப்திகரமானவை என்று தீவிரமாக நம்புபவர்கள் மட்டுமே விஞ்ஞான மனக் கோட் திட்டங்களுக்கும் உண்மைக்கும் உள்ள உறவை நான் இன்னும் உறுதியாகக் கூற மனமில்லாமல் இருப்பதைப் பற்றி ஒருகால் அளவுக்கு மிஞ்சிக் கோபிக்கலாம். ஆனால், அவர்களும் கூடக் குறைகூறும்போது, சற்றே என்மேல் இளகிய மனமுடையவர்களாக இருப்பார்கள் என்று நினைக்கிறேன். ஏனென்றால், முந்திய அத்தியாயங்களில் எங்கும் காணப்படும் மனநிலையானது உண்மையில் அதிகம் கெடுதி செய்யாததான ஒரு போதனமுறை யுக்தி என்று கருதப்படலாம். ஆனபோதிலும், தத்துவார்த்த அனுத்துமவாதக் கொள்கையில் நம்பிக்கையுள்ளவர்கள் இந்தப் புத்தகம் கிட்டவே வரத் தகாதது என்று கருதலாம். அவர்கள் அப்படிக் கருதுவதில் விசித்திரம் ஒன்றும் இல்லை —அதிலும் இப்போது சோவியத்து யூனியனில் அரசாங்க ஆதரவுபெற்றிருக்கும் கொள்கையை அவர் ஒப்புக்கொண்டவராக இருந்தால். ஏனென்றால், லெனினின் முக்கியமான தத்துவஞான நூல்களில், அவர்1900ல் எழுதிய நூல் ஒன்று பௌதிக மனக்கோள்களைப் பற்றி மாக்கு செய்த பகுத்தாராய்வைத் தாக்கி எழுதப்பட்டது. அக் காலத்தில் விஞ்ஞானத் துறையில் வழங்கிவந்த பாவனைகளைப் பற்றி மாக்கு பலமாகக் கூறிய குறைகள் ஐயப்பாட்டிலோ, அல்லது ஸ்தூலப் பிரபஞ்சம் பொய் என்னும் வாதத்திலோ, கொண்டுவந்து விடும் வழியைத் திறந்துவிடக்கூடியவை; ஆகையால், அவை பிற்போக்கானவை என்று அவர் அந்நூலில் கூறினர். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானம்

போதனமுறை யுக்தி - pedagogic device. தத்துவார்த்த அனுத்துமவாதம் - dialectical materialism. லெனின் - Lenin. மாக்கு - Mach. ஐயப்பாடு - skepticism. ஸ்தூலப் பிரபஞ்சம் பொய் என்னும் கொள்கை - idealism. பிற்போக்கானவை - reactionary.

கண்ட விஷயங்களை அடிப்படையாகக் கொண்டு, ஒரு தத்துவ சாஸ்திரத்தை ஸ்தாபிப்பது நம்முடைய நோக்கமானால், அந்த விஷயங்கள் முடிவானவை என்பதையோ, அவை உறுதிப்பாடு உடையவை என்பதையோ பற்றிச் சந்தேகத்துக்கு நாம் இடங்கொடுக்க முடியாது.

இந்த நூலில் பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தை அணுகும் தனிப்பட்ட முறையானது பற்பல தத்துவசாஸ்திர நம்பிக்கைகளோடும் மத நம்பிக்கைகளோடும் பெரும்பாலும் இணங்கக்கூடிய முறை. விஞ்ஞானத் துறையில் சித்தாந்த மனநிலையைக் கொள்ளாமல், நாம் எச்சரிக்கையாக நடக்க வேண்டும் என்று இருந்தால், தத்துவம், மதம், சரித்திரம், ஆகிய துறைகளிலும் அதே அளவு எச்சரிக்கையோடாவது இருக்கவேண்டும் அல்லவா? ஐயப்பாட்டு நிலை என்னும் 'அமிலச் சோதனையை' மத சம்பந்தமான சான்றுகளைக் கவனிக்கும் போதும் விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளைக் கவனிக்கும்போதும், சற்றும் வித்தியாசமில்லாத, சமமான தைரியத்தோடு பிரயோகிக்கவேண்டும். ஆகையால், இந்த அத்தியாயம் மதத்தின் பாரம்பரைக் கொள்கைகளில் நம்பிக்கை உடையவரையும், சித்தாந்த மன நிலையுடைய இயற்கை-நிபுணர், அனுத்துமவாதி ஆகியோரையும் ஒன்று போலவே கோபமூட்டும். வேறு சிலருக்கும் இது திருப்தியில்லாமல் இருக்கலாம். ஏனென்றால், இது அளிக்கும் ஆதாரம் மிகக் குறுகியது. ஒருவருக்குத் தம் தனிப்பட்ட வாழ்க்கைத் தத்துவத்தை அமைப்பதற்குப் போதாதது. 'நமக்கு இனி வரப்போவதாக உள்ள எதிர் காலத்தின் விசேஷப் பிரச்சினை என்னவென்றால்,

---

அமிலச்சோதனை – acid test (ஆங்கில மரபுத் தொடர். நிர்ணயமாகவும் பட்சபாத மில்லாமலும் முடிவளிக்கும் சோதனை). பரம்பரைக் கொள்கையில் நம்பிக்கையுள்ளவர் - traditionalist. சித்தாந்த மனநிலையுடைய இயற்கை நிபுணர் - dogmatic naturalist. அனுத்துமவாதி - materialist.

விஞ்ஞானத்தையும் அறிவையும் உயிர் ததும்பும் ஆத்மீக இன்னிசையாக இணங்கச் செய்வது எப்படி என்பதே யாகும்' என்று சமீபத்தில் ஒருவர் கூறினார். நம்முள் பெரும்பாலோர் இதை ஒப்புக்கொள்வார்கள். ஆனால், அவை இணங்காமல் இருப்பதற்கு இடையூறாக உள்ள வற்றின் தன்மையைப் பற்றி மிக அதிக அளவில் அபிப்பிராய பேதம் ஏற்படலாம். அந்த இடையூறுகள் பௌதிகம், இரசாயனம், அல்லது பரிசோதனை உயிரியல் என்னும் துறைகளைப் பொறுத்தவை அல்ல என்பது வரையாவது நிச்சயம் என்று தோன்றுகிறது. அந்தக் கஷ்டங்கள் பண்டைக்கால நிகழ்ச்சிக் குறிப்புக்களையும், சிற்சில சான்றுகளின் மதிப்பையும் பொறுத்தவையாகக் காணப்படுகின்றன. வேதாந்த சாஸ்திர நிபுணர்கள் பாரம்பரையாகக் கொண்டுள்ள அபிப்பிராயங்களைப் பைபிள் நூலை நுட்பமாக ஆராய்ந்த அறிஞர்களுடைய முடிவோடும் இணங்கச் செய்தாக வேண்டும். அதுபோலவே, மரபு முறை வேதாந்த சாஸ்திரத்தையும் பண்டைப் பழங் காலத்தைப் பற்றியோ அல்லது ஒரு தனி-ஆள் என்னும் முறையில் மனிதனுடைய நடத்தையைப் பற்றியோ ஆராயும் உயிரியல்-விஞ்ஞானங்களையும் ஒன்றோடொன்று இணங்கியிருக்கச் செய்தாகவேண்டும்.

இந்தக் கஷ்டங்களை எல்லாம் தீர்க்க முடியும் என்பதே என்னுடைய நம்பிக்கை. ஆனால், சிற்சில கிறிஸ்துவ மதத் திருச்சபைகளில் மரபு முறைகளை அதிக அளவில் பின்பற்றும் அங்கத்தினர்கள் பலகாலும் கூறும் முறைப்படி இவை தீர்க்கப்படப் போவதில்லை. மனிதனுடைய உற்பத்தியையும் வளர்ச்சியையும் பற்றிக் கூறும்

உயிர் ததும்பும் ஆத்மீக இன்னிசை - vital spiritual harmony. மரபு முறை வேதாந்த சாஸ்திரம் - orthodox theology.

விஞ்ஞான விளக்கங்களை எல்லாம் மிகவும் நுட்பமாகப் பரிசீலனை செய்து பார்க்கவேண்டும் என்று மிகவும் துணிகரமாகக் கூறுகிறார்கள், அல்லவா? கிறிஸ்துவ மதமோ, அல்லது யூத மதமோ, அல்லது வேறெந்த மதமோ கூறி வரும் கொள்கைக்கு ஆதாரமாகக் காட்டப்படும் எல்லாச் சான்றுகளையும் கூட அதே வகையான நுட்பமான பரிசீலனைக்கு உட்படுத்த வேண்டும். அப்படியானால்தான், இந்தக் கஷ்டங்கள் எல்லாம் தீர்க்கப்படும் என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. இந்த விஷயத்துக்குள் இன்னும் அதிகமாகப் புகுந்து பார்க்கவேண்டுமானால், இந்த நூலின் எல்லையை விட்டு வெளியே நெடுந் தூரம் செல்லவேண்டியிருக்கும். இவைகளை எல்லாம் வெற்றிகரமாக இணங்கச்செய்ய வேண்டுமானால், விஞ்ஞானத்திலும் வேதாந்தத்திலும் வழங்கி வரும் கொள்கைகளின் உண்மைகளைப் பற்றிய முடிவான தீர்ப்பு இதுதான் என்று சொல்லாமல் நிறுத்தி வைக்க முயலவேண்டும். இப்படிச் செய்வது மிகவும் அவசியமான காரியம் என்று சொல்லி விட்டால் போதும். ஐயப்பாடு இருக்கலாம்; ஏளனமாகப் பரிகாசம் செய்வது உதவாது. ஐயப்பாடு இருந்தால்தான், பலவகையான அபிப்பிராயம் உடையவர்கள் விஞ்ஞானத்தையும் மதத்தையும் எச்சரிக்கையாக அணுகும் வாயிலாக அது உதவும். அப்படி அணுகுவதாயிருந்தாலும், பற்பல வகையான மதங்கள் இருக்கலாகாது என்று ஏற்படாது; பற்பல சரித்திரங்களின் வாயிலாக மேற்கத்திய உலகிலுள்ள மக்களுக்குக் கிடைத்திருக்கும் ஆத்மீக அறிவை வெளியிடும் பல்வேறு முறைகளையும் அது ஒதுக்கிவிடாது.

வேதாந்திகளும் புலவர்களும் விஞ்ஞானிகளும் ஒருவரோடொருவர் சண்டையிட்டு வந்த ஒரு பிரதேசத்துக்குள்ளே பண்டைக்கால ஆராய்ச்சியானது ஒருவரை

அழைத்துச் செல்கிறது. அது மட்டுமன்று; விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளைப் பயன்விளைக்கும் மனக்கோட் திட்டங்கள் என்றுதான் கருதியாகவேண்டும், என்று வற்புறுத்துப வர்கள் எல்லோருக்குமே சிற்சில சிரமமான வினுக்களையும் அது தோற்றுவிக்கிறது. உலகத்தைப் பற்றி நாம் கொண்டுள்ள நம்முடைய தினசரி அபிப்பிராயங்களில் எத்தனையோ விஞ்ஞானக் கருத்துக்கள் ஆழப் பதிந்து கிடக்கின்றன என்பதையும், ஆதலால் மனக்கோட் திட்டங்களுக்கும் உண்மை விஷயங்களுக்கும் இடையே எல்லைக் கோடு ஒன்றை இடுவது எவ்வளவு சிர மம் என்பதையும் நாம் முன்னுல் விவரமாகப் பார்த் திருக்கிறோம். ஏதோ ஒரு காலத்தில் விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகளாக இருந்து, அதற்குப் பிறகு புதிய மனக்கோட் திட்டங்களாகப் பரிணமித்த சிலவற்றை இக் காலத்தில் உண்மையாக உள்ளவைகளின் வர்ணனைகள் என்று எல்லோரும் ஒப்புக்கொண்டு விட்டார்கள். 'காற் றுக் கடலால் சூழப்பட்ட ஒரு கோளத்தின்மீது நாம் வாழ்கிறோம்' என்பதும், 'பூமி சூரியனைச் சுற்றிச் செல் கிறது' என்பதும், 'இந்நாளில் உள்ள எல்லா உயிருள்ள அங்கஜீவிகளும் உயிருள்ள முன்னோர்களிடமிருந்தே உற் பத்தியாகின்றன' என்பதும் 'உண்மைகள்' என்று, எச்சரிக் கையாகப் பேசாத வேளைகளில், பலரும் சொல்லக் கேட்க லாம். ஆனபோதிலும், இப்படிக் கூறப்படும் கருத்துக்கள் எல்லாம் வேறு, 'ஓர் உறிஞ்சு-பம்ப்பு கடல் மட்டத்தில் 34 அடிக்கு மேல் நீரைத் தூக்காது; அதைவிட உயரமான இடங்களில் அதைவிடக் குறைவாகவே தூக்கும்' என்பதை யும், 'செந்நிறப் பாதரச ஆக்ஸைடு வெப்பமுற்றபோது

உறிஞ்சு பம்ப்பு - suction pump. செந்நிறப் பாதரச ஆக்ஸைடு - red oxide of mercury.

பாதரசத்தையும் ஆக்ஸிஜனையும் அளிக்கிறது' என்பதையும் போன்ற உண்மைகள் வேறு, என்று இரண்டுக்குமுள்ள பேதத்தைத் தெரிந்துகொள்வது விஞ்ஞான விளக்கத்துக்கு மிகவும் முக்கியம் என்று நம்புகிறேன். ஆனால், பண்டைக் கால விஷயங்களை ஆராய்ந்தவர்கள் கொண்டுள்ள முடிவுகளை அப்பேர்ப்பட்ட ஐயப்பாடுள்ள ஒரு மனநிலையோடு நாம் பார்ப்பது நியாயமா? பூதத்துவ-இயல், தொல்லுயிர் நூல் ஆகியவற்றின் ஆராய்ச்சி முடிவுகளை இதை ஒத்த எச்சரிக்கை நிலையோடு நம்மால் கையாள முடியுமா? அப்படியென்றால், சரித்திர ஆசிரியர்களும் தொல்பொருட் கலைஞர்களும் கொண்ட முடிவுகளை என்ன செய்வது?

நாம் விஞ்ஞானத்துக்குக் கூறிய வரையறைக்கு வெளியே உள்ள திரளும் அறிவுத்தொகுதியின் (பக்கம் 67) ஒரு பகுதியை—உதாரணமாக, சென்ற சில ஆயிரம் ஆண்டுகளில் எப்பொழுதாவது இவை நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும் என்று நமக்கு நிச்சயமாகத் தோன்றும் மானுட நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய அறிவை—பரிசீலனை செய்வதோடு தொடங்குவோம். சரித்திரத்தில் குறித்துள்ள விஷயங்களைப் பற்றிக் கூறும்போது நாம் உண்மைகளைப் பற்றியே கூறுகிறோம் என்று நம்முடைய விவேகம் நமக்கு அறிவிக்கிறது. ஆயினும், நாம இதுவரையில் உண்மைகள் என்று எச்சரிக்கையாகவே கருதிவந்த பல விஷயங்களிலிருந்து சரித்திர நிகழ்ச்சிகள் சிற்சில வகைகளில் வித்தியாசப்படுவது போல் தெரிகிறது. 'நான் ஐந்து வருஷங்களுக்கு முன் மஸ்ஸாச்சுஸெட்ஸ் மாகாணத்தில் டக்ஸ்பெரியில் கோடைக்காலத்தைக் கழித்தேன்' என்னும் விவரணத்துக்கும் 'கிணற்றிலிருந்து நீரை இறைக்கும் பம்ப்பு ஒன்று என் அடுக்

பூதத்துவ இயல் - geology. தொல்லுயிர் நூல் - paleontology. தொல்பொருட் கலைஞர்கள் - archaeologists. மஸ்ஸாச்சுஸெட்ஸ் - Massachusetts. டக்ஸ்பெரி - Duxbury.

களையில் இருக்கிறது' என்னும் உறுதிமொழிக்கும் எவ்வளவு வித்தியாசம் இருக்கிறதோ அவ்வளவு வித்தியாசம் சரித்திர உண்மைகளுக்கும் பௌதிகர்கள், இரசாயனிகள், உயிரியல் நிபுணர்கள் ஆகியோர் கூறும் உண்மைகளுக்கும் இடையே காணப்படுகிறது.

முதலில் பார்த்தவுடன் இந்த இரண்டு விவரணங்களுக்கும் யாதொரு வித்தியாசமும் இல்லை என்று சிலருக்குத் தோன்றலாம். அவைகள் இரண்டையும் நிஜம் என்றோ பொய் என்றோ எளிதாக ருசுப்படுத்திவிடலாமே என்றும் அவர்கள் சொல்லலாம். ஆனால், இவைகளின் உண்மையைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு உபயோகப்படும் செயல்முறைகளில் முக்கியமான வித்தியாசம் ஒன்றும் இல்லையா? இரண்டாவதாகக் கூறிய விஷயத்தில் உறுதி என்று கூறப்பட்ட விஷயத்தைப் பற்றி யாருக்காவது சந்தேகமிருந்தால், அந்தச் சந்தேகத்தைத் தீர்ப்பதற்கு ஒரு வழி அதிலேயே அடங்கியிருக்கிறது, அல்லவா? 'அடுக்களைக்குப் போ; பம்பை நீயே அடித்துப் பார்' என்பதே சந்தேகப்படுபவனுக்கு அளிக்கப்படக்கூடிய விடை. இந்த விஷயத்தில் உண்மையை எடுத்துக் கூறும் முறை வருங்காலத்தில் இன்னார்தான் இதைச் செய்ய வேண்டும் என்று இல்லாமல், மக்களில் எத்தனை பேர் வேண்டுமானாலும் செய்யக் கூடும் என்று உள்ள ஒரு செயலைச் செய்வதற்கான வழியைக் கூறுவதைப் போன்றது. நடைமுறை அறிவின் தொகுதியாகவும் இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் கட்டுக்கோப்பாகவும் உள்ள உண்மைகளைப் பற்றிய விவரணங்களில் பெரும்பான்மையும் இப்பேர்ப்பட்டவை. உதாரணமாகச் செந்நிறப் பாதரச ஆக்ஸைடை ஒரு குறிப்பிட்ட உஷ்ண நிலையில் வெப்பமுறச் செய்தால், அது பாதரசத்தையும் ஆக்ஸிஜனையும் சில விகிதங்களில் அளிக்கிறது

என்பது ஓர் இரசாயன உண்மை. ஓர் இரசாயனக் கூட்டுப் பொருளைப் பற்றிய இப்பேர்ப்பட்ட வரையறையானது வருங்காலத்தில், எப்போது வேண்டுமானாலும், எவரும் விரும்பினால் பின்பற்றக்கூடிய விதிகளை மிகவும் ஒத்திருக்கிறது என்பது தெளிவு.

'நான் ஐந்து வருஷங்களுக்கு முன் டக்ஸ்பெரியில் கோடைக்காலத்தைக் கழித்தேன்' என்று உறுதியாகக் கூறுபவருக்குத் தாம் சொல்லுவது உண்மை என்ற நம்பிக்கை இருக்கிறது. அவர் தம்முடைய ஞாபகசக்தி தவறுவதில்லை என்று உறுதியாக நம்பியிருப்பதே இதற்குக் காரணம் ஆகும். ஆனால், அதைப் பற்றிச் சந்தேகப்படும் ஒருவருக்கு அதில் நம்பிக்கை உண்டாகச் செய்ய வேண்டுமானால், 'நீ போய் இன்ன இன்னதைச் செய். அப்போது உனக்கே நம்பிக்கை ஏற்பட்டுவிடும்' என்று சொல்ல முடியாது; அதைவிடக் கஷ்டமானதாயும், அதைப்போல் அவ்வளவு உறுதியளிக்காததாயும் உள்ள ஒரு காரியத்தைச் செய்வது அவசியமாக இருக்கிறது. முன்னால் நமக்கு நிகழ்ந்திருக்கும் எத்தனையோ உண்மையான விஷயங்களை எல்லாம் நம்மால் ருசுப்படுத்தி மெய்ப்பிக்க முடிவதில்லை. அவற்றுள் எத்தனையோ விஷயங்கள் சிற்சில குறிப்பிட்ட மனிதர்களின் வாக்குமூலத்தினாலும், சிற்சில பத்திரங்களைப் படிப்பதாலும் எளிதாக நம்பிக்கை ஏற்படக்கூடியவையாக இருக்கின்றன. ஆயினும், எத்தனையோ சந்தர்ப்பங்களில் ஒருவர் தம்முடைய ஞாபக சக்தி திருத்தமானதுதானா என்பதைப் பற்றி நிச்சயமில்லாமல் இருக்கலாம். அப்போதெல்லாம் உண்மையை உறுதிப்படுத்த நாம் கையாளும் செயல்முறையானது, இந்த விஷயம் நிஜமானது என்பதில் நமக்குச் சிறிதுகூடச் சந்தேகமே இல்லை என்று உள்ள ஒரு விஷயத்தின் உண்மையைப் பற்றி, ஆராய்வதற்கு

அமைக்கப்பட்ட கமிட்டியையோ அல்லது ஜூரியையோ அது உண்மைதான் என்று நம்பச் செய்வதற்கு நாம் உபயோகிக்கவேண்டிய செயல் முறையை ஒத்ததாக இருக்கும். ஆனல், 'ஒரு குறிப்பிட்ட காரியத்தைச் செய்' என்று இப்போது எளிதாக விதித்தோமே அதுபோன்ற செயல் இதற்குப் பயன்படாது. இதை நிரூபிப்பதற்கு ஓரிடத்தில் குவியும் ருசுத் தொகுதி ஒன்று அவசியம் வேண்டும்; வழக்கறிஞர்களுக்கும் சரித்திர ஆராய்ச்சி ஆசிரியர்களுக்கும் இது நன்ருகத் தெரிந்த முறை.

பழங்காலத்தைப் பற்றி ஈரொட்டாகக் கூறப்படும் சில விவரணங்களைப் பரிசீலனை செய்து பார்த்தால், அவை உண்மை என்ரோ, அல்லது பொய் என்ரோ, அல்லது நிச்சயமில்லை என்ரோ தெரிய வரும். நம்பத் தயாராக உள்ளவனைக் காட்டிலும் ஐயப்பாடு உடையவனுக்குச் சாதாரணமாக அதிக ருசு வேண்டியிருக்கும். ஆனல், சமீப காலத்துக்கு முன் நிகழ்ந்த ஒன்றின் உண்மையைப் பற்றிய மட்டிலாவது அதிக ஐயப்பாடு இருக்க முடியாது. அவ்விஷயத்தில் ஞாபக சக்தி அநேகமாகச் சரியாக இருக்கும் என்று நம் எல்லோருக்கும் திடமான நம்பிக்கை உண்டு. நமக்கு நேர்ந்த அனுபவத்தின் ஏதாவதொரு பகுதியைப் பற்றி நாம் எடுத்துச் சொல்லும்போது, அது உண்மையாக இருக்கவேண்டும், அல்லது பொய்யாக இருக்கவேண்டும் என்பவை விவேக ரீதியில் நமக்குத் தெரியும். கவனிக்கப்படுவதான அந்த நிகழ்ச்சி நேர்ந்த இடத்துக்கு நாம் நேராகவே அழைத்துப் போகப்படுவது போன்ற உணர்ச்சி நமக்கு இயற்கையாக உண்டாகிறது. ஏனென்ருல், நம்முடைய சொந்த வாழ்க்கையில்,

ஓரிடத்தில் குவியும் ருசுத் தொகுதி - mass of converging evidence.
ஈரொட்டாக - tentative.

முக்கியமான நிகழ்ச்சிகள் சம்பந்தப்பட்ட மட்டிலாவது, கடிகார முள்ளைப் பின்புறமாகத் திருப்புவதுபோன்ற ஒரு செயலை நாம் செய்வதற்கு நம்முடைய ஞாபக சக்தி துணை செய்கிறது.

பரிசோதனை விஞ்ஞானத்தின் காரியங்களை நாம் சர்ச்சை செய்யும்போது, உறுதிப்படுத்திய பின்பு உண்மைகள் என்று நாம் கூறும் (பக்கம் 92) ஈரொட்டான விவரணங்களை வர்ணிப்பதற்குக் 'குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கை' என்னும் சொற்றொடரை உபயோகித்திருக்கிறேன். உதாரணமாக, ஒரு சீசாவில் ஒரு செந்நிறப் பொடி இருக்கக் கண்டால், அந்தப் பொருள் செந்நிறப் பாதரஸ ஆக்ஸைடு என்னும் ஒரு குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கையை நாம் அமைத்துக்கொள்ளலாம். (இந்தக் கற்பிதக் கொள்கையைச் சோதிப்பதற்கு உரிய செயல் முறையை ஏற்கெனவே நான் வர்ணித்தாய்விட்டது.) அத்தகைய குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள் வேறு, இறுதியில் மனக்கோட் திட்டங்களாகப் பரிணமிக்கும் விசாலமான கற்பிதக் கொள்கைகள் வேறு என்பதைப் பற்றி என் மனத்தில் சந்தேகமே இல்லை. இப்படி ஒரு வேறுபாடு இருக்கிறது என்று நான் இந்தப் புத்தகத்தின் முன் பக்கங்களில் காட்டியது விஷயத்தைத் தெளிவுபடுத்தாமலிருந்தால், விஞ்ஞான விளக்கம் அளிப்பதற்கு நான் செய்த முயற்சி முற்றும் தவறிவிட்டது என்றே சொல்ல வேண்டும். சமீப காலத்துக்கு முன்பு நிகழ்ந்த நிகழ்ச்சியைப் பற்றிய ஒரு விவரணம் 'குறுகிய காரியக் கற்பிதக் கொள்கையை' ஓரளவு ஒத்திருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. நாம் முன்பு பார்த்தபடி, இதை உறுதிப்படுத்துவதற்கான செயல் முறைகளுக்கும், பரிசோதனை விஞ்ஞானச் செயல் முறைகளுக்கும் ஓரளவு வித்தியாசம் இருக்கிறது. குறுகிய

காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகளின் தொகுதி ஒருநாளும் ஒரு விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கை ஆகாது. ஆகையால், அது ஒரு மனக்கோட் திட்டமாகவும் இருக்க முடியாது. அப்பேர்ப்பட்ட ஈரொட்டான விவரணங்களின் தொகுதி உறுதிப்படுத்தப்பட்ட பிறகு, அது அநுபவ-வாயிலான அறிவின் ஒரு பகுதியாகவே இருக்கும். அத்தகைய உண்மைகளின் தொகுதியை ஒரு விஞ்ஞான மாக உருமாற்றம் செய்வதற்கு மனக்கோட் திட்டங்கள் அவசியம் தோன்றியாகவேண்டும்.

நிகழ்ச்சிகளை நிகழ்ந்தவாறே சித்திரிப்பது மட்டுமே சரித்திர ஆசிரியர்களின் நோக்கமானால், சரித்திர அறிவுக்கு மனக்கோட் திட்டங்கள் வேண்டியதே இல்லை. உண்மை என்று கூறப்படும் ஏதாவது ஒரு சரித்திர நிகழ்ச்சிக்கோ அல்லது மற்றென்றுக்கோ ஆதாரம் அளிப்பதற்குச் சான்றுகள் போதவில்லை என்று ஐயப்பாடுடைய ஒருவர் அவற்றைக் குறித்துத் திருப்தி அடையாமலிருக்கலாம். ஆனால், இதில் மனக்கோட் திட்டத்தின் உண்மையைப் பற்றிய பேச்சே கிடையாது. (சரித்திரத்தில் காணப்படும் மாதிரிகைகளைப் பற்றியதான வினவையும், 'சரித்திர சக்திகளைப்' பற்றிப் பொருள் கொள்ளுவதையும், தத்துவ சாஸ்திரம், சரித்திரம் ஆகியவற்றில் அக்கறைகொண்ட வர்கள் கூறும் பல பிரச்சினைகளையும் இப்போது நான் கவனிக்கவில்லை.) ரோமாபுரியில் சுமார் இரண்டாயிரம் வருஷங்களுக்கு முன்னால், நம்மை ஒத்தவர்களான ஆண்களும் பெண்களும் வாழ்ந்துவந்தார்கள் என்பதைப் பற்றிப் புத்திசுவாதீனமுள்ள எவனுக்கும் எச் சந்தேகமும் இராது. கலோரிகத் திரவம், அணுக்கள், மூலக் கூறுகள்

மாதிரிகைகள் - patterns. சரித்திர சக்திகள் - historical forces. கலோரிகத் திரவம் - caloric fluid.

என்னும் மனக்கோள்களைச் சர்ச்சை செய்யும்போது நாம் கவனித்த விவாதங்களைப் போன்ற யாதொரு விவாதமும் சாதாரணமாக எழுதப்பட்டுவரும் சரித்திரத்தில் தோன்றுவதில்லை. ஆகையால்தான், சரித்திரத்துக்கும் விஞ்ஞானத்துக்கும் ஒரு முக்கியமான பேதம் இருக்கிறது என்று நான் எண்ணுகிறேன்.

விஞ்ஞானத்தை நான் இவ்வளவு எச்சரிக்கையாக அணுகுவது சரியல்ல என்று நினைப்பவர்கள் விஞ்ஞானத்திலும்கூட இப்பேர்ப்பட்ட வழக்குக்கள் இருக்கக்கூடாது என்று பளிச்சென்று பதில் சொல்லலாம். பரிணமித்து இறுதியான வடிவத்தைப் பெற்ற விஞ்ஞான மனக்கோட்திட்டங்களின் உண்மைகளும் சரித்திர நிகழ்ச்சிகளின் உண்மைகளும் ஒரே தரமானவை என்று அவர்கள் நினைக்கிறார்கள். பூதத்துவ-இயல், தொல்லுயிர்-நூல் என்னும் விஞ்ஞானங்களை நாம் கவனிக்கப் போகும்போது இந்தக் கட்சி எவ்வளவு முக்கியமானது என்பது இன்னும் தெளிவாகத் தெரிந்துவிடும். ஆயினும், விஞ்ஞானம் என்பது உண்மையை அறிந்து கொள்வதற்காகத் தேடும் ஒரு முயற்சி என்று வரையறை செய்பவர்களும்கூட இப்போது 'தவறானவை' என்று பெயரொட்டிய மனக்கோட் திட்டங்கள் பல தடவைகளில் புதிய பரிசோதனைகளையும் கவனக்குறிப்புக்களையும் பயனுக விளைவித்துவந்திருக்கின்றன என்பதை ஒப்புக் கொண்டாக வேண்டும். 'சரித்திர ஆராய்ச்சிகளின் சரித்திரத்தில் இதற்கு ஈடானது என்ன?' என்று கேட்கலாம். அதற்கு விடையாக, ஏதாவதொரு கால நிலையைச் சரித்திர ரீதியில் ஈரொட்டாக அமைத்துக் கொள்ளுதல் என்னும் காரியமானது கலோரிகத் திரவம் அல்லது ஒளி கடத்தும் ஈதர் (இவை இரண்டும் போதனைத் துறையில் தவிர மற்றவைகளில் வழக்கற்றுப் போயின) என்பவை

போன்ற மனக்கோள்களை ஒருவாறு ஒத்தது, அவை களுக்கு ஒருபோகானது, என்று வழக்காடலாம். சரித் திரமே தொழிலாக உடைய ஒருவர்—மிகவும் சரித்திர ரீதியான நிலையில் உள்ளபோது—சமீபகாலத்தில் கண்டு பிடிக்கப்பட்ட சில சரித்திர விஷயங்களின் முக்கியத்துவம் எல்லாம் அவ்விஷயங்கள் மேன்மேலும் சரித்திர ஆராய்ச்சி களைத் தூண்டும் பயனை விளைவிப்பதுதான் என்று கூறலாம்; ஒப்புக்கொள்ளுகிறேன். ஆனால், பாமரர்களுக்கும் புல வர்களுக்கும்கூடச் சரித்திர ஆசிரியர் எழுதுவது முக்கிய மாகத் தோன்றுவதற்குக் காரணம் என்ன? அது பழங் காலத்திய நிகழ்ச்சியின் உண்மை வர்ணனை என்று அவர் கள் நினைப்பதுதான் அல்லவா? அப்படியில்லாவிட்டால், நாம் எல்லோருமே கட்டுக் கதையை வாசித்துத் திருப்தி அடையலாமே. ரூபிகன் என்னும் நதியை ஸீஸர் கடந்த போது, நாமும் அவாருகில் இருந்ததுபோலக் கற்பனை செய்வது எளிது. வாஸ்தவத்தில், மக்கள் பற்பல வகை யான சூழ்நிலைகளில் நடந்துகொள்ளும் வகைகளைப் பற்றி நாம் பெற்றுள்ள அறிவைப் பெருக்குவதுதான் சரித்திரத் தின் முக்கிய நோக்கம் என்பது என்னுடைய கட்சி. சரித்திரத்தைப் படிப்பது கல்விக்கான முயற்சிகள் எல்லா வற்றிலும் நடுநாயகமாக இருக்கவேண்டியது ஏன் என் பதைப் பற்றிப் பதினேழாம் நூற்றாண்டில் பெரும்புலவராக விளங்கிய ஜான் ஸெல்டன் சுருக்கமாகக் கூறியிருக்கிறார். அவர் வழங்கிய ஒரு சொற்றொடர் பிரசித்தி பெற்றது. அது வருமாறு: 'பழங்காலத்தைப் பற்றிக் கற்போமானால், 'காலம்' தொடங்கிய நாள் முதலே பிறந்து வாழ்ந்து வந் திருப்பவர்களாக நாமும் ஆகிவிடுவோம்; அவ்வளவு ஆயுள் நமக்குக் கூடிவிடும்'.

ரூபிகன்-The Rubicon. ஸீஸர்-Caesar. ஜான் ஸெல்டன்-John Seldon.

மேலே கூறிய பகுத்தாராய்வு கொஞ்சமாவது சரியாக இருந்தால், சரித்திரத் துறையில் சித்தாந்திக்கும் ஐயப் பாடுடையவருக்கும் இடையே நிகழும் சண்டைகள், விஞ் ஞானத் துறையில் நிகழும் சண்டைகளைப் போல் இருக்க முடியா; அவை வேறு தன்மையாக இருக்கும் என்பது நிச்சயம். சரித்திரச் சான்றுகளைக் கொழித்துப் பார்க்கும் போது ஒருவர் பிழையான முடிவுகளைப் பெறக்கூடும் என்பது யாவரும் அறிந்த விஷயம். பதிவு செய்து வைத் திருப்பவைகளைப் பொய்யாக்குவதும், பழைய விஷயங் களைத் தவமுகப் பொருள் கொள்வதுமே மக்களின் இயல்; இது நாள்தோறும் காணக்கூடிய ஒரு நிகழ்ச்சியும் கூட. அதுவுமன்றி, ஒரு காலத்தில் தெளிவாகத் தோன் றிய விஷயங்கள், காலம் செல்லச் செல்ல, விரைவில் தெளி வில்லாமல் போவதும் நாம் எல்லோரும் அறிந்ததுதான். பின்னோக்காகப் பல நூற்றுண்டுகளின் ஊடாகக் கடந்து சென்று, சரித்திர ஆராய்வுகளை நிகழ்த்திவந்தால், சாதா ரணமாக நாம் காணும் விஷயங்களைப் பற்றிய அறிவு வரவர அதிக மங்கலாகவும், நிச்சயமில்லாமலும் ஆகி வருகிறது. ('நான் இப்போது உட்கார்ந்து எழுதிக்கொண் டிருக்கும் அறையில் சென்ற சில நிமிஷங்களில் நான் எதில் எல்லாம் பங்கெடுத்துக்கொண்டேன், எதை எல்லாம் நடத்தியிருக்கிறேன் என்பதைப் பற்றி நான் நிச்சயமாக அறிவேன்' என்று சொல்லும்போது என்ன பொருளில் 'அறிவு' என்னும் சொல்லை வழங்குகிறேனே அதே பொரு ளில்தான் இங்கும் வழங்குகிறேன்.)

பண்டைக் காலத்தைப் பற்றிய நம்முடைய அறிவை ஒரு தூரப் பிரதேசத்தைப் பற்றிய நம்முடைய அறிவோடு யாரோ ஒருவர் ஒப்பிட்டிருக்கிறார். இந்த உபமிதியும்

சித்தாந்தி - Dogmatist. ஐயப்பாடுடையவர் - skeptic.

பயன் இல்லாதது அன்று என்றே நான் கருதுகிறேன். ஓர் ஏரியின் கரையிலிருந்து பார்த்தால், கண்ணுக்குச் சற்றே தெரிந்தபோதிலும், அங்கு போய்ச் சேரமுடியாததான ஒரு தீவு இருக்கிறது என்று கற்பித்துக் கொள்வோம். அந்த ஏரிக் கரையிலிருந்து ஒருவர் பார்த்தால், அந்தத் தீவின் பொதுப்படையான ஸ்தல விவரங்களின் முக்கியத் தோற்றங்களில் சிலவற்றை அவரால் காணமுடியலாம்; அல்லது, ஏதோ ஒரு பிராணியாகவோ அல்லது வேறென்றாகவோ இருக்கக்கூடிய இயங்கும் உருவம் ஒன்றை அவரால் மங்கலாகப் பார்க்க முடியலாம். அந்தத் தீவுக்கு அருகில் அணுகுவதற்கு வேறு ஒரு வழியும் இல்லாமல், அவர் அந்த ஏரியின் விளிம்போரமாக மட்டுமே சுற்றிச் சென்று வெவ்வேறு கோணங்களிலிருந்து படங்களை வரையக் கூடும் என்று இருந்தால், அப்படிக் கவனிக்கும் நிலத்தின் முரடான படம் ஒன்றை அவரால் வரைய முடியும். அவர் செய்யக் கூடியது இதற்கு மேலாக ஒன்றும் இல்லை என்று நெடுங்காலம்வரை இருந்துவரலாம். ஆனல், பிற்காலத்தில் அவருக்கு ஒரு டெலிஸ்கோப்புக் கிடைக்குமானல், செய்திகளைத் தவிர இன்னும் பலவற்றையும் அதன் மூலமாக அவரால் தெரிந்துகொள்ள முடியும். அவர் ஓர் ஆகாய விமானத்தின் மீது ஏறித் தீவின் மேலாகப் பறக்கமுடியுமானல், அந்தத் தீவில் அடி எடுத்து வைக்காமலே, அந்தத் தீவின் மிக நல்ல படம் ஒன்றை வரைந்துவிடவும் முடியும். இதைப் போலவே, பத்திரங்களிலிருந்தும், மறைந்து கிடந்த நிலையிலிருந்து தொல் பொருட் கலைஞர்களால் தேடி வெளிக் கொணரப்பட்ட ஞாபகார்த்தக் கட்டடங்களிலிருந்தும் கிடைத்து ஓரிடத்

ஸ்தல-விவரங்கள் - topographical features. பத்திரங்கள் - decuments. ஞாபகார்த்தக் கட்டடங்கள் - monuments. தொல்பொருட் கலைஞர் - archeologists.

தில் குவியும் சான்றுகள், சென்ற சுமார் இருநூறு ஆண்டுகளில், சரித்திர ஆசிரியர்களின் ஒவ்வொரு தலைமுறையினருக்கும் பற்பல சரித்திரக் காலங்களைப் பற்றி மேன்மேலும் திருத்தமான சொற் சித்திரங்களை அளிப்பதற்கு உதவியிருக்கின்றன. பழைய யுகங்களைப் பற்றிச் செய்யப்பட்ட புனரமைப்புச் சித்திரங்களின் உறுதிப்பாட்டின் அளவுகள், இக்காலத்தைப் பற்றியவைகளைப் போலவே, இப்போது கிடைக்கக்கூடிய சான்றுகளின் தொகையையும் வகையையும் பொறுத்து, மிகவும் வேறுபடுகின்றன. ஒரு சரித்திர ஆசிரியர் மற்றச் சரித்திர ஆசிரியர்களுக்கென்று எழுதும் நூல்களில் இதைப் பற்றிச் சந்தேகமே ஏற்படாதபடி எழுதுகிறார். அப்போது தமக்குக் கிடைத்துள்ள செய்திகளின் மூலங்களை அவர் சுட்டுகிறார். தாம் கூறிய விவரணங்கள் எவ்வளவு திருத்தமானவை என்று ஏறக்குறைய மதிப்பிடுகிறார். ஆனால், விஞ்ஞானத்தில் போலவே சரித்திரத்திலும், பாடப் புத்தகங்களும் பொதுஜனங்களுக்கு என்றே எழுதிய வரலாறுகளும் அவற்றில் கூறப்பட்டிருக்கும் முடிவுகள் எல்லாம் எவ்வாறு நிர்ணயிக்கப்பட்டன என்பதைப் பற்றி அதிகமாகச் சொல்லுவதில்லை; ஒரு சிறிதே கூறுகின்றன. அவற்றில் உள்ள சந்தேகத் தன்மையின் அளவைப் பற்றி, பெரும்பான்மையும், அவை யாதொரு வகையான குறிப்பையும் அளிப்பதில்லை. அவற்றில் சித்தாந்தமே எங்கும் மேலோங்கி நிற்கக் காண்கிறோம்.

பரிகாரம் கூறுவதைக் காட்டிலும் குற்றம் கண்டு பிடிப்பது மிக எளிது என்பது எனக்குத் தெரியும், ஏராளமான அடிக் குறிப்புக்களையும் புலமையைக் காட்டும் உபகரணங்களையும் கொடுத்தால், சாதாரண மாணவருக்கும்

யுகங்கள் - epochs. புனரமைப்புச் சித்திரம் - reconstruction.

பொதுஜனங்களுக்கும் அவற்றால் சோர்வே உண்டாகும்; அவை அவர்களை அச்சமுறுத்தும். ஆயினும், சரித்திர விஷயங்களைப் பற்றிப் பொதுமக்களுக்காக எழுதப்படும் நூல்கள் சிலவற்றில் சான்றுகளை நுட்பமாகச் சீர்தூக்கும் மனநிலை போதவே போதாது. அது அவ்வளவு குறைவாக இருப்பதைப் பற்றி எனக்கு மிகவும் வருத்தம்தான். அதை இங்கே தெரிவித்துக்கொள்ளலாம் என்று நான் நினைக்கிறேன். உதாரணமாக, ஸாக்ரடீஸ் வாழ்ந்த காலத்து ஆதென்ஸ் நகரத்தையோ, அல்லது ஜூலியஸ் ஸீஸரின் காலத்து ரோம் நகரத்தையோ பற்றி நமக்கு ஏதாவது தெளிவாகவும் நன்றாகவும் தெரியுமா என்பது சந்தேகம். ஆனபோதிலும், பண்டைக் காலத்தைப் பற்றிய சித்திரத்தில் சுமாராக நிச்சயம் என்று சொல்லக்கூடியது எது, மிகவும் சந்தேகத்துக்கு இடமானது என்று சொல்லக்கூடியது எது என்னும் பேதம் பொது வாசகர்களுக்கு மிக அரிதாகவே எடுத்துக்காட்டப்படுகிறது. திருச்சபைச் சரித்திரத்தைக் கவனிக்கப் போனால், ஐயப்பாடுடைய பாமரர் மரபு முறையில் மதப்பற்றுள்ள சரித்திர ஆசிரியரோடு மும்முரமாகச் சண்டையிடக்கூடும். பைபிள் நூலைப் பற்றிய ஆராய்ச்சித் துறையில் உழைத்து வரும் ஒரு பெரும் புலவர் பின்வருமாறு எழுதியிருக்கிறார்: 'சரித்திரம் என்பது அனுமான முறை விஞ்ஞானம் அன்று; உண்மையைத் துலக்குவதற்குரிய விதிகள் ஒன்றும் அதில் கிடையா. கட்டுக் கதையைத் துலக்குவதற்கு விதிகள் உண்டு; ஆனால் அது ஒரு முற்றும் வேறான விஷயம். ஆகையால், அர்ச். மார்க்கு எழுதிய சுவிசேஷம் சரித்திர

புலமையைக் காட்டும் உபகரணங்கள் - scholarly paraphernalias. ஸாக்ரடீஸ் - Socrates. ஆதென்ஸ் - Athens. ஜூலியஸ் ஸீஸர் - Julius Caesar. திருச்சபை - church. பைபிள் நூல் - Bible. அர்ச். மார்க்கு - St. Mark. சுவிசேஷம் - gospel.

ரீதியிலுள்ள பத்திரச் சான்று ஆகுமா என்பதை மதிப்பிடு வதில் சமீப காலத்தில் மிகவும் வித்தியாசமான அபிப் பிராயங்கள் கூறப்பட்டிருப்பது ஆச்சரியமன்று. எந்த ஆசிரியரும் மதசம்பந்தமான சரித்திரத்தை எழுதும்போது மட்டுமன்றி, மற்றத் துறைகளில் பல ஆயிரம் ஆண்டு களுக்கு முன் நிகழ்ந்த செய்திகளைச் சித்திரித்துக் காட்ட முயலும்போதும், பற்பல புலவர்களுக்கு இடையேயுள்ள அபிப்பிராய பேதங்களைத் தெளிவாக எடுத்துக் கூற வேண்டும். காலத்தில் நெடுந்தொலைவுக்கு அப்பாலுள்ள ஒரு காட்சியைப் பற்றி அவர் ஒரு வர்ணனை கூறினால், அதன் திருத்த நிலை எப்பேர்ப்பட்டது என்று, ஓரளவு உத்தேச மாகவாவது, அவர் வாசகர்களுக்கு தெரியச் செய்ய வேண்டும். இது பலரும் விரும்பத்தக்க விஷயம்.

பூதத்துவ நூலின் குறிக்கோள்களைப் பற்றி

ஆனபோதிலும், விஞ்ஞானத்தைப் பற்றி எழுதப்படும் ஒரு நூலில் திரண்டு குவியும் அறிவின் மற்றத் துறை களுக்கு அளவுக்கு மிஞ்சிய இடத்தைக் கொடுப்பது நியாய மில்லை. சரித்திரத் துறையில் எழுதப்படும் வரலாறுகளை (முக்கியமாக மனக் கிளர்ச்சி அனுஸ்வரங்களை எழுப்பக் கூடிய விஷயங்களைப் பற்றிப் பாரபட்சமாக எழுதப்படும் வரலாறுகளை) ஐயப்பாடுடையவர் எவ்வாறு சந்தேகிக்கக் கூடும் என்று முன்னால் குறிப்பிட்டேன். இனி பூதத்துவ விற்பன்னர்களும் தொல்லுயிர் நூல் விற்பன்னர்களும் உப யோகிக்கும் ஒப்புக்கோள்களையும் முறைகளையும் நுணுகி ஆராயலாம் என்று எண்ணுகிறேன். பூதத்துவ விஞ் ஞானத்தின் சரித்திரத்தைப் பார்த்தால், பூமியின் மேல்

பூதத்துவ நூல் - geology. பூதத்துவ நூல் விற்பன்னர் - geologist. தொல்லுயிர் நூல் விற்பன்னர் - paleontologist. பூமியின் மேல்-ஓடு - earth's crust.

ஓட்டை ஆராய்ந்துவந்தவர்களுக்கு இரண்டு முக்கியமான உத்தேசங்கள் தூண்டுகோல்களாக இருந்திருக்கின்றன என்றுதான் பூதத்துவ சாஸ்திரி அல்லாத ஒருவருக்குத் தோன்றும். ஒரு புறம், மிக மிகப் பண்டைப் பழங் காலத்தில் நிகழ்ந்தவற்றைப் புனரமைப்பாக நிர்மித்துப் பார்க்கவேண்டும் என்னும் ஆசை ஒரு காரணம் என்பது தெளிவாகத் தெரிகிறது. இது பூதத்துவ-இயலைச் சரித்திரத்தின் ஒரு விஸ்தரிப்பாகக் கருதுவதற்குச் சமமானது. ஆனால், பூதத்துவ இயலில் உள்ள கால இடைவெளிகள் மிகப் பிரும்மாண்டமானவை. ஆதலால், அவைகளுக்கு ஏற்றபடி, இதில் கிடைக்கும் சித்திரமும் மிக மிகத் தெளிவில்லாமல் இருக்கிறது. மறுபுறம், இக்காலத்திய கவனக் குறிப்புக்களை நன்கு வகைப்படுத்த வேண்டும்; அவற்றை ஒன்றோடொன்று சம்பந்தப்படுத்தவேண்டும், கவனக் குறிப்புக்களை மேன்மேலும் குறித்து வருவதற்கு வழி காட்டிகளாக உள்ள பல கோட்பாடுகளையும் பூதத்துவ நிபுணர்கள் வளர்க்கும்படி அவர்களுக்கு வழி காட்ட வேண்டும் என்னும் ஆசை தெரிகிறது. இந்த இடத்தில் ஒழுங்குபடுத்திய உயிரியலை மிகவும் நெருங்க அணுகுவது போல் தோன்றுகிறது. ஆனால், வகைப்படுத்துவதற்கு அவசியமான மனக்கோள்களைத் தவிர நெடுங்காலம் நீடிக்கிருக்கும் காலத்திட்டம் ஒன்றும் இதற்கு வேண்டியிருக்கிறது என்பதுதான் வித்தியாசம். பூதத்துவ நிபுணர் கூறும் கோட்பாடுகளும் பெரிதும் நிச்சயமில்லாதிருக்கும் சரித்திரப் புனரமைப்புக்களைப் போன்றவைதான் என்று கருதவேண்டுமா? அல்லது, மனக்கோட் திட்டங்கள் என்றே அவைகளைக் கருதி, பூதத்துவத்தை ஒரு விஞ்ஞா

புனரமைப்பு - reconstruction. விஸ்தரிப்பு - extension. ஒழுங்குபடுத்திய உயிரியல் - systematic biology.

னக் காரியமாக வளர்ப்பதற்கு அவை எந்த அளவுக்குத் துணை செய்கின்றனவோ அந்த அளவைக் கொண்டு அவைகளை மதிப்பிடுவதுதான் மேலான முறையா?

பாமர வாசகர்களுக்கோ அல்லது ஆரம்ப மாணவர்களுக்கோ பூதத்துவ-இயலைச் சாதாரணமாக எடுத்துக் கூறும்போது, அந்த விஷயமும் சரித்திரமும் ஒரே படியில் இருப்பவை போலவே பாவிக்கப்படுகின்றன. ஆனால், என் பூதத்துவ-இயல் நண்பர்கள் என்மீது கோபித்தாலும் கோபிக்கட்டும் என்று துணிந்து, 'பூதத்துவ-இயலைப் பூமியின் சரித்திரத்துக்குச் சரிசமமாகப் பாராட்டுவது பாமரரை ஏமாற்றுதா?' என்று நான் கேட்பேன். மானுட சரித்திரத்தில், பூதத்துவ-இயலின் கோட்பாடுகளைப்போல் ஈரொட்டான நிலையிலுள்ள விஷயங்கள் தெரியவந்த எந்தப் பகுதியைப் பற்றிய ஆராய்ச்சியையும், விவேகமுறையாகப் பார்க்கும்போது, அதிக மதிப்புள்ளதாகக் கருத முடியாது. சரித்திர நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய அறிவானது, விஞ்ஞானத் துறையில் விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகளுக்கு அறிகுறிகளாக உள்ள பாவனைகளைப் போல், நிச்சயமில்லாத் தன்மைகளை ஓரளவு உடையதாக இருக்குமானல், 'நமக்கு அது ஆயுளை கூட்டித் தராது'. பூதத்துவ-இயலைப் பார்த்தால், அது சரித்திரத்தைக் காட்டிலும் உயிரிலேயே மிகவும் அதிகமாக ஒத்திருப்பது போலவும், அதன் முறைகளைப் பார்த்தால், அது பௌதிகத்தையும் இரசாயனத்தையுமே மேன்மேலும் ஒத்திருப்பது போலவும் எனக்குத் தோன்றுகிறது. வாஸ்தவத்தில், 1800க்குப் பிறகு பூதத்துவ விஞ்ஞானங்களில் வளர்ச்சி பெற்றுள்ள சில முக்கியமான பொதுக் கூற்றுக்களை நாம் எடுத்துக்கொள்ள முடியும். வாயுமண்டல மனக்கோளையும்,

பொதுக்கூற்று - generalisation.

புளொஜிஸ்டான் கோட்பாட்டையும், கலோரிகப் பாய் பொருளையும், அணுக் கோட்பாட்டையும் நாம் பகுத் தாராய்ந்ததுபோல் அதையும் கவனிக்க முடியும்.

பரிசோதனை விஞ்ஞானியின் மனக்கோட் திட்டங் களைப் போலவே, பூதத்துவ நிபுணரின் மனக்கோட் திட்டங்களும், ஒன்றரை நூற்றுண்டுக் காலமாக, மாறியும் பரிணமித்தும் வந்திருக்கின்றன. ஆனால், அந்தக் கோட் பாடுகளே இல்லாமலிருந்தால், ஒன்றோடொன்று பொருத் தம் இல்லாதவையாக உள்ள அனுபவ-வாயிலான எடுகோள் களின் ஒரு தொகுதி மட்டும்தான் இருந்திருக்கும். அவை களின் பயன்விளைக்கும் தன்மையைப் பற்றி எவ்வினவும் தோன்றியிராது. பௌதிகர்கள், இரசாயனிகள், உயிரியல் நிபுணர்கள் ஆகியோர்களின் மனக்கோட் திட்டங்களைப் போலவே பூதத்துவ நிபுணரின் மனக்கோட் திட்டங்களும் பயன் விளைவிப்பவையாக இருந்திருக்கின்றன. அவைகளால் புதிய விஞ்ஞானக் கவனக் குறிப்புக்கள் உண்டாகியிருக் கின்றன. இது மட்டும் அன்று; விலை மதிப்புள்ள தாதுக் களாகிய நிலக்கரியும் பெட்ரோலியமும் அகப்படும் இடங் களைத் தெரிந்துகொள்வது போன்ற நடைமுறைக் காரியங் களில் அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதிலும் அவை பயன் விளைவித்திருக்கின்றன. வெளியிடங்களில் எவை களை எல்லாம் கவனித்துக் குறிக்கக்கூடும் என்பதன் மூல மாக மட்டும் அன்றி, சோதனைச்சாலைகளிலும் என்ன பரிசோதனைகளை எல்லாம் நிகழ்த்தக்கூடும் என்பதன் மூலமாகவும் இந்த நூற்றுண்டில் பூதத்துவ-இயலைச் சார்ந்த கோட்பாடுகளின் பயன் விளைக்கும் தன்மையை அளவிடக் கூடும். வெளியிடங்களில் கவனித்துக் குறிக்கப்படும் பல

புளொஜிஸ்டான் கோட்பாடு - Phologiston theory. கலோரிகப் பாய் பொருள்-caloric fluid. அணுக்கோட்பாடு - atomic theory. தாது-mineral. நிலக்கரி - coal. பெட்ரோலியம் - petroleum.

விஷயங்கள், பற்பல இடங்களில் புவி-ஈர்ப்பு நிலை-எண்ணின் விபரீதங்களைக் கண்டுபிடிப்பதையும் பூமியின் உட்பரப்பின் மேல் - அடுக்குக்களின் ஊடாக நில அதிர்ச்சி அலைகளின் வேகங்களைக் குறிப்பதையும் போன்று, பெரும்பான்மையும் பௌதிக அளவுகளாக இருக்கின்றன. நவீன பூதத்துவ-இயலின் மனக்கோள்கள் மனக்கோட் திட்டங்கள் ஆகியவை தோன்றிய முறை மற்ற இயற்கை விஞ்ஞானங் களில் அவை தோன்றிய முறையைப் போலவே இருக்கிறது —உத்தேசக் கருத்துக்கள், ஊகமுறை அனுமானம், விசால மான காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள், கவனக்குறிப்புக்கள் ஆகிய எல்லாம் இதிலும் ஒன்றாகச் சேர்ந்தே காணப் படுகின்றன.

பூதத்துவ-இயல், தொல்லுயிர் நூல் ஆகியவற் றின் சரித்திரம் என்னும் நூலை இந்த நூற்றாண்டின் தொடக்கத்தில் கார்ல் வான் ஸிட்டெல் எழுதினார்: அதில் 'பூதத்துவ-இயலில் வீரபுருஷ யுகம்' என்று ஒன்றைக் கூறி, அது 1790 முதல் 1820 வரை உள்ள காலம் என்று சுட்டுகிறார். இந்தக் காலத்தின் அறிகுறிகள் என்னவெனில், கற்பனைக் கருத்துக்களைச் சிறிதும் ஏறிட்டுப் பாராமலிருப் பதும், வெளியிடங்களிலும் சோதனைச்சாலையிலும் புதிய கவனக்குறிப்புக்களையும் புதிய உண்மைகளையும் சலிப்படை யாமல் தேடுவதில் மிகத் தீவிரமாக முயலுவதும் ஆகும். இந்தப் புதிய நோக்கின் பயனாகப் பூதத்துவ-இயலின் வளர்ச்சி புத்துயிர் பெற்றது. ஸர் சார்ல்ஸ் லையெல், தாம் எழுதிய **பூதத்துவ இயலின் தத்துவங்கள்** என்னும் புகழ்பெற்ற நூலில், நவீன பூதத்துவ இயலின் பரிணமத்

புவி-ஈர்ப்பு - நிலை எண் - gravitational constant. பூதத்துவ - இயல் - geology. தொல்லுயிர் நூல் – paleontology. கார்ல் வான் ஸிட்டெல் - Carl von Zittel. வீரபுருஷ யுகம் - heroic age (பெரியோர் வாழ்ந்து அருஞ் செயல்களை இயற்றிய காலம்). ஸர் சார்ல்ஸ் லையெல் - Sir Charles Lyell. பூதத்துவ இயலின் தத்துவங்கள் - *The Principles of Geology*.

தின் மாறுகாலம் சற்றுப் பிந்தி நிகழ்ந்ததாக மதிக்கிறார். பூதத்துவ சங்கம் ஸ்தாபிக்கப்பட்டது எவ்வளவு முக்கிய மான காரியம் என்பதைப் பற்றி அவர் கூறுகிறார். மேற் கூறிய ஜெர்மானிய பூதத்துவ நிபுணர் கற்பனையைப் பற்றி எவ்வளவு அவநம்பிக்கை கொண்டாரோ அவ்வளவு அவ நம்பிக்கையைத் தாமும் கொண்டிருந்ததாகக் குறிப்ப தற்கு அந்த நூலின் 1873 பதிப்பில் கீழ்க்கண்ட சொற் களை வழங்குகிறார்:

'வல்கன் கட்சி, நெப்டியூன் கட்சி என்ற முரண்பா டுள்ள இரண்டு கட்சிகளின் விவாதங்கள் மிகவும் மும்முர மாக நடத்தப்பட்டன. ஆகையால், இந்தப் பெயர்களே வசைச் சொற்களைப் போல ஆகிவிட்டன. இந்த இரண்டு கட்சியினரும் தங்களுடைய விவாதத்தைப் பலப்படுத் தவோ, அல்லது தங்களுடைய எதிரிகளுக்குத் தொந்தரவு கொடுக்கவோ பயன்படக்கூடிய வழக்குக்களைத் தேடிப் பெறுவதில் அதிகக் கருத்துள்ளவர்களாக இருந்தார்களே ஒழிய, உண்மையைத் தேடிக் காணுவதில் அவ்வளவு கருத் துள்ளவர்களாக இல்லை. கடைசியாக, ஒரு புதிய ஆராய்ச்சி வர்க்கம் தோன்றிற்று. அது மிகவும் கடுமையான, பார பட்சமில்லாத நடுநிலையை உடையதாக இருந்தது. கட்சிப் பிரதிகட்சிகளின் கொள்கைகளைப் பற்றி அதற்குச் சிறிதும் அக்கறையில்லை..........விஷயங்களைக் கவனித்துக் குறிப்ப திலேயே தன் முழு முயற்சியையும் கருத்தோடு செலுத்த வேண்டும் என்று அது தீர்மானித்தது. முன்னால் சண்டை யிட்ட கட்சிகளின் மிதமிஞ்சிய மனநிலையால், அதற்கு ஒரு பிரதிக்கிரியையாக, மிகமிக எச்சரிக்கையாக நடக்கும் மன நிலை ஒன்று ஏற்பட்டது........

பூதத்துவ சங்கம் - Geological Society. கற்பனை - speculation. வல்கன் கட்சியினர் - Vulcanists. நெப்டியூன் கட்சியினர் - Neptunists.

'ஆனால், கொள்கைகளை அமைப்பதற்கு மனமில்லாதிருந்த இந்த நிலை சற்றே அளவுக்கு மிஞ்சியதாக இருந்த போதிலும், அந்தக் காலத்திலே, "பூமியைப் பற்றிய கோட்பாடுகள்" என்று சொல்லப்பட்ட கோட்பாடுகளை அமைப்பதற்கான எல்லா முயற்சிகளையும் நடத்தாமல் நிறுத்தி வைப்பதைக் காட்டினும், நல்ல காரியம் வேறொன்றும் இல்லை என்று சொல்லவேண்டும். ஏராளமான புதிய எடுகோள்களைத் திரட்டித் தொகுப்பது அவசியமாக இருந்தது. 1807ல் ஸ்தாபிக்கப்பட்ட லண்டன் நகர பூதத்துவ சங்கம் இந்த விரும்பத்தக்க காரியம் நிறைவேறுவதற்கு அனுகூலமாக உதவி செய்தது. 'கவனக்குறிப்புக்களை ஏராளமாகப் பெருகச் செய்து பதிவு செய்யவேண்டும்; பின்பு, எப்பொழுதோ வருங்காலத்தில் முடிவுகள் ஏற்படும் என்று பொறுமையோடு காத்திருக்கவேண்டும்': இதுவே அவர்கள் திட்டமிட்டுக் கொண்ட குறிக்கோள். பூதத்துவ-இயலுக்கு ஒரு பொதுப்பட்ட ஒழுங்கை அமைப்பதற்கு நல்ல காலம் இன்னும் பிறக்கவில்லை என்பதும், வருங்காலத்தில் பொதுப்படக் கூறுவதற்கு வேண்டிய விஷயங்களைச் சேகரிப்பதில் எல்லோரும், மற்றக் காரியங்களை யெல்லாம் ஒதுக்கிவிட்டு, பல வருஷ காலம் முழுமனத்தோடு ஈடுபடவேண்டும் என்பதும் அவர்கள் அடிக்கடி வழங்கி வந்த வசனங்கள். இந்தத் தத்துவங்களை அவர்கள் கைவிடாமல் ஒரே சீராகப் பின்பற்றி வந்தபடியால், அவர்களின் மீதிருந்த துரபிப்பிராயங்கள் எல்லாம் சில வருஷங்களில் தளர்ச்சியடைந்துவிட்டன. "அந்த விஞ்ஞானம் ஆபத்துக்கிடமானது; கானல் நீரைத் தேடுவது போல் அசாத்தியமானது" என்று கூறப்பட்ட குறையையும் நீக்கிவிட்டனர்.'

லண்டன் நகர பூதத்துவ சங்கம் - Geological Society of London.
பொதுப்பட்ட ஒழுங்கு - general system

ஸர் சார்ல்ஸ் லையெல் குறிப்பிடும் பூதத்துவ-இயலில் பிளவுபட்டிருந்த இரண்டு ஆராய்ச்சி வர்க்கத்தினருக்கு இடையே, பதினெட்டாம் நூற்றுண்டின் பிற்பகுதியிலும், பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் தொடக்க காலத்திலும், எத்தனையோ மும்முரமான சண்டைகள் நிகழ்ந்துவந்தன. ஒரு காலத்தில் உலகம் முழுவதையும் ஒரு பெரிய சமுத்திரம் மூடியிருந்தது; அதிலுள்ள மண் அதன் அடியில் அடுக்கடுக்காகப் படிந்துவந்தது; இவ்வாறுதான் எல்லாப் பாறைகளும் இயற்றப்பட்டன - என்றெல்லாம் நெப்டியூன் கட்சியினர் நம்பிக் கூறிவந்தார்கள். அதற்கு எதிரிடையாக, இக்காலத்தில் எரிமலைகள் செய்யும் செயல்களைப் போன்று அக்காலத்திலும் நிகழ்ந்தன என்றும், இப்போது பூமியின் பரப்பில் காணப்படும் தோற்றங்களுக்கு எல்லாம் அத்தகைய சக்திகளே பண்டைக் காலத்தில் பெரும்பான்மைக் காரணமாக இருந்தன என்றும், வல்கன் கட்சியினர் சொன்னர்கள். எல்லா விஞ்ஞானங்களிலும், அவைகளின் பிறப்புக்கு முந்திய காலச் சரித்திரத்தைப் பார்த்தால், சித்தாந்தமாகக் கூறப்படும் கருத்துக்களுக்கும் கற்பனையாகக் கூறப்படும் கருத்துக்களுக்கும் இடையே இப்பேர்ப்பட்ட சண்டைகள் தோன்றியதையும், அவைகளின் சரிதத்தில் இது ஓர் அவசியமான அத்தியாயமாக இருந்ததையும் காணலாம். ஆனல், வான் ஸெட்டெலும் லையெலும் சுட்டிக் காட்டுவதுபோல், கற்பனைக் கருத்துக்கள் நிஜமான கவனக்குறிப்புக்களோடு நெருங்க இணைக்கப்பட்ட பின்புதான் பூதத்துவ-இயல் ஒரு விஞ்ஞானமாக வளர்ச்சி பெறத் தொடங்கிற்று. அந்த நிலையில் தான் விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள் தோன்

ஸர் சார்ல்ஸ் லையெல் - Sir Charles Lyell. நெப்டியூன் கட்சியினர் - Neptunists. வல்க்கன் கட்சியினர் - Vulcanists. சித்தாந்தமாக - dogmatic. வான் ஸெட்டல் - von Zettel.

றின. பௌதிகத்திலும் இரசாயனத்திலும் வழங்கப்படும் அனுமானத் தொடருக்கு ஒருபோகாக உள்ள மற்றோர் அனுமானத் தொடரின் மூலமாக, வெளியிடங்களில் இன்ன இன்ன விஷயங்களைக் காணக்கூடும் என்று முன் கூட்டியே சொல்லக்கூடியவைகளோடு அவைகளையும் இணைக்க முடிந்தது. (அத்தியாயம் மூன்றைப் பார்க்கவும்.)

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் கடைசியில் இங்கிலாந்து நாட்டினரான வில்லியம் ஸ்மித் என்பவர் செய்த வேலை பூமியின் பரப்பை ஆராய்வதில் ஒரு கோட்பாட்டையும் கவனக் குறிப்பையும் ஒன்றாக இணைப்பதற்குரிய ஒரு வழியை நமக்குச் சித்திரித்துக் காட்டுகிறது. அவர் தொழில்-முறையில் ஓர் எஞ்சினியர்; பொழுது போக்கில் பூதத்துவ நிபுணர். இங்கிலாந்து நாட்டிலுள்ள பூமியின் அடுக்குக்களை, அவற்றில் அடங்கிக் கிடந்த வெவ்வேறு மட்டங்களில் காணப்படும் தாதுப் பொருள்களின் மூலமாகவும், அங்கே அகப்பட்ட பாஸில் வகைகளின் மூலமாகவும் முதன் முதலில் வகைப்படுத்தியவர். இங்கிலாந்து தேச அடுக்குக்களின் வரைப்படத்தை ஸ்மித் உறுதியாக அமைத்தது பூதத்துவ விஞ்ஞானத்தின் வளர்ச்சியில் சிறந்து காணும் ஒரு முக்கிய விஷயம். தாம் கூறிய கருத்துக்களை உபயோகித்து, இங்கிலாந்திலும் வேல்ஸிலும் உள்ள வெவ்வேறு மட்டங்களின் ஒப்பு-நிலைகளையும், ஒவ்வொரு மட்டத்திலும் காணப்படும் பாஸில்களின் தன்மை

அனுமானத் தொடர் - chain of reasoning. வில்லியம் ஸ்மித் - William Smith. பூமியின் அடுக்குக்கள் - strata. மட்டம் - level. தாதுப்பொருள் - mineral. பாஸில் - fossil. பாறைகளில் பத்திரமாகப் பாதுகாக்கப்பட்டுக் கிடக்கும் அங்க ஜீவிகளின் சின்னங்கள். பொதுவாக, எலும்பு போன்ற உடலின் உறுதியான பகுதிகளே இவ்வாறு பாதுகாக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இச் சின்னங்களில் எலும்பு முதலியவைகளுக்குப் பதிலாக (முழுதுமோ அல்லது ஒரு பகுதியோ) நீரால் படியச் செய்யப்பட்ட தாதுப் பொருள்கள் காணப்படும்- வேல்ஸ் - Wales. அடுக்குக்களின் வரைப்படம் - stratigraphical map. ஒப்பு - நிலை - relative position.

யையும் பற்றி முன்கூட்டியே ஜோஸியம் கூறமுடியும் என்று அவர் நிரூபித்தார். அவர் வகுத்த திட்டம் புதிய கவனக் குறிப்புக்களைப் பயனுக விளைவித்தது; ஏற்கெனவே செய்யப்பட்டிருந்த கவனக் குறிப்புக்களை வகைப்படுத்து வதிலும் துணை செய்தது. சுருங்கக் கூறின், ஒரு விஞ் ஞான மனக்கோட் திட்டத்துக்கு உரியவை என்று நாம் முன்னமேயே ஏற்படுத்தியுள்ள அறிகுறிகளை எல்லாம் ஸ்மித்தின் அடுக்கு-இயல் நூல் உடையதாக இருக்கிறது.

ஆனல், ஸ்மித்தையோ அல்லது வேறெந்த பூதத்துவ சாஸ்திரியையோ நோக்கி, அவர்களுடைய கருத்துக்களை வெறும் கற்பிதக் கொள்கையான அபிப்பிராயங்கள்தாம் என்றும், பழங்காலத்தில் நிகழ்ந்தவைகள் ஒன்றையும் குறிக்காதவையே அவை என்றும் பாவிக்கச் சொன்னல், அவர்கள் ஒருநாளும் அப்படிச் செய்யச் சம்மதிக்கவே மாட்டார்கள். 'அணுக்கள் என்பவை உண்மையில் இல்லை போலிருக்கிறதே' என்று இரசாயனிகள் மனம் கலங்கிய காலம் ஒன்று இருந்தது. அப்போது நாம் முன்னல் பார்த்தபடி (பக்கம் 349) அவர்கள் அணுக்கோட்பாட்டின் ஒரு பகுதியை மட்டும் கணக்கிடுவதற்கு இது ஓர் ஏற்ற உபாயம் என்று வைத்துக்கொண்டு, மற்றப்படி எல்லாம் இதை அநேகமாகக் கைவிட்டுவிட்டார்கள். பூதத்துவ நிபுணர்களிடையே வழங்கிவந்த எத்தனையோ மனக்கோட் திட்டங்களில், அதிக ஆதிக்கம் பெற்றிருந்த அபிப்பிராயங் களுக்குள் பெரும் ஏற்றத் தாழ்வுகள் இருந்துவந்தன. ஆனல், மிக நெடுங் காலமாக, ஒரு வரிசைக் கிரமத்தில், நிகழ்ந்திருப்பவை என்று அவர்கள் கருதிவந்த நிகழ்ச்சிகள் உண்மையாக நிகழ்ந்தவை என்பதைப் பற்றி யாதொரு

அடுக்கு-இயல் நூல் - stratigraphy. கணக்கிடுவதற்கு ஏற்ற உபாயம் - a calculating device.

ஐயப்பாடும் அவர்களுக்கு இல்லவே இல்லை. பூமியின் மேல் ஓட்டின் தற்கால அமைப்பை நிர்ணயித்த பழங்கால நிகழ்ச்சிகள் என்ன காலக்கிரமத்தில் நிகழ்ந்திருக்கின்றன என்று கண்டுபிடிப்பது சாத்தியம் என்று நம்பாதவராக, எக்காலத்திலும் எந்தப் புகழ்பெற்ற பூதத்துவ நிபுணரும் இருந்ததாகத் தெரியவில்லை. பூதத்துவ நிபுணர்கள் பலரும் கொண்டுள்ள இவ்வகையான நம்பிக்கையை விவேகமும் அண்டையிலிருந்து ஆதரிக்கிறது. மூன்று பரிமாணங்களை உடைய உலகம் ஒன்று இருக்கிறது, அவ்வுலகில் தம்மைத் தவிர மற்ற மக்களும் இருக்கிறார்கள் என்பதைப் பற்றிப் புத்தியுள்ள எவரும் எப்படிச் சந்தேகிக்கவே முடியாதோ அதைப் போலவே, பூமிக்கும் முற்காலம் என்று ஒன்று இருந்திருக்கிறது என்பதைப் பற்றிச் சந்தேகப்படுவதற்கும் இடமே இல்லை என்று எல்லோரும் ஒப்புக்கொண்டாக வேண்டும். இது இப்படியிருந்தால், இந்த முற்காலத்தில் என்ன நடந்தது என்று மானதமாகக் கற்பனை செய்யலாம். அல்லது அதற்கும் மிக நெடுங்காலத்துக்கு முன்னால் என்ன நடந்தது என்பதைப் பற்றிய சான்றுகளைத் தேட முயலலாம். பூதத்துவ நிபுணர்களின் மனக்கோட்திட்டங்களின் ஓர் அடிப்படையான பகுதியாகக் காலம் என்னும் உறுப்பையும் நாம் சேர்த்துக்கொள்ளவேண்டும் என்று விவேக முறையும் விஞ்ஞான முறையும் ஒருங்கு விளக்குகின்றன.

பைபிளின் பழைய ஏற்பாட்டில் சிருஷ்டியைப் பற்றிக் கூறியிருக்கும் வரலாற்றை அதில் கூறிய சொற்பிரகாரமே ஒப்புக்கொள்ளவேண்டும் என்று கிறிஸ்துவ நாடுகளில் இருந்துவந்த நம்பிக்கை பூதத்துவ-இயல் ஆதியில் வளர்வதற்குத் தடையாயிருந்த காரணங்களில் ஒன்று என்பது

பைபிளின் பழைய ஏற்பாடு - Old Testament.

எல்லோரும் அறிந்த விஷயம். பதினேழாம் நூற்றுண்டில் வாழ்ந்த பிரதம மதகுரு அஷர் சிருஷ்டியின் நாளைக்கூடக் கணக்கிட்டு, அது கி. மு. 4004ல் நிகழ்ந்தது என்று கூறினர். பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் முற்பகுதி வரையிலும்கூட, மிகவும் நன்கு விஷயம் தெரியாதவர்களாயும் புத்திசாலிகளாயும் உள்ள குடிமக்களில் எத்தனையோ பேர்கள் அவர் கூறிய காலக் குறிப்பை நம்பிவந்தார்கள். அத்தனை பேர் அதை நம்பியது ஆச்சரியம்தான். முதலில் பாஸில்களைச் சேகரிக்கத் தொடங்கியவர்களில் பலர் அந்நூலில் பிரளயத்தைப் பற்றிக் கூறிய வரலாற்றை முற்றும் நிஜம் என்றே நம்பி வந்தார்கள். ஆனால் பதினெட்டாம் நூற்றுண்டுத் தொடக்கத்தில், பாஸில்கள் எனப்படும் இந்த விசித்திரப் பொருள்கள் முற்காலத்தில் வாழ்ந்த பிராணிகளின் எச்சங்கள் என்பதைப் பலரும் பொதுப்பட ஒப்புக்கொண்டார்கள். ஆயினும், இவை பைபிள் நூலில் கூறப்பட்ட பிரளய வெள்ளத்தை ருசுப்படுத்தும் சான்றுகள் என்று அவர்கள் நினைத்தார்கள். பெரும்பான்மையாக மற்றத் துறைகளைக் காட்டிலும் மிகப் பெரும் அளவில் இந்த விஞ்ஞானத் துறையில் ஆதிக்காலக் கற்பனைக் கருத்துக்களும் வேதாந்த சித்தாந்தங்களும் மிகச் சிக்கலாக ஒன்றோடொன்று பின்னிக் கிடந்தன.

இந்த நாளிலும்கூட ஐயப்பாடுடைய ஒருவர் பாஸில்களின் தன்மையைப் பற்றித் தமக்குள்ள சந்தேகங்களை நவீனத்தொல்லுயிர்நூல் விற்பன்னர் ஒருவரிடம் அழுத்திக் கூறி விடை கேட்கலாம். அப்போது அவருக்கு அனேகமாகப் பின்வருமாறுள்ள விடை கிடைக்கும்: 'இந்தப் பொருள்கள் எல்லாம் வாஸ்தவத்தில் முன்னால் உயிரோ

பிரதம மத குரு அஷர் - Bishop Usher. எச்சங்கள் - remains. ஆதிக்காலக் கற்பனைக் கருத்துக்கள் - early speculative ideas. வேதாந்த சித்தாந்தங்கள் - theological doctrines.

டிருந்த தாவரங்கள், பிராணிகள் ஆகியவற்றின் எச்சப் பொருள்கள். சமீப காலத்துக்கு முன்னால், மணலிலோ மண்ணிலோ படிந்த இக்காலத் தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் தெளிவாகக் காட்டும் எச்சங்களுக்கும் இப்போது நமக்குத் தெரியாமலிருக்கும் எத்தனையோ இனங்களைச் சேர்ந்த மற்றப் பாஸில்களுக்கும் ஒரு தொடர்ச்சி காணப் படுகிறது; அதன் மூலமாக இதை நிரூபிக்க முடிகிறது. உதாரணமாக, அந்தச் சந்தேகப் பேர்வழியின் கண் எதிரே ஸைபீரியாவில் உறைபனி மூடிய தூந்திர வெளியில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட மயிர் செறிந்த காண்டாமிருகம், பழங்கால 'ஐராவதம்' ஆகியவற்றின் நிஜத் தசையையும் உரோமத்தையும் நேருக்கு நேராக வைத்துக் காட்டலாம். இப்படிக் காணப்படும் மாதிரிப் பொருள்கள் முன்னொரு காலத்தில் இந்தச் சமவெளிகளில் திரிந்த பிராணிகளின் எச்சங்கள் என்பதை மறுக்க அவருக்குக் கூட மனம் துணியாது; இதுவே விவேகச் செயலாகும். இதை அவர் ஒப்புக் கொண்ட பின், அவரை மெல்ல மெல்ல, படிப்படியாக, இக் காலத்தில் காணப்படும் பிராணிகளை ஒத்த பிராணிகளின் எலும்புகள் அடங்கியவையாயும் மேன்மேலும் பழமை மிகுந்தவையாயும் உள்ள அடுக்குக்களையும் காணும்படி அழைத்துச் சென்று காட்டக்கூடும். முன் வாழ்ந்தவை யாயும் இப்போது அற்றுப்போனவையாயும் உள்ள இனங் களின் எச்சங்களே இவை என்பதைப் பற்றி ஒருவரும் சந்தேகப்படமாட்டார்கள்; அதைப் பற்றி ஒருவரும் வினவவும் மாட்டார்கள்.

ஸைபீரியா - Siberia. ருஷியாவின் ஒரு பகுதி. உறைபனி மூடிய தூந்திர வெளி - frozen tundra. ஸைபீரியாவின் வட பகுதியில் பாசி படர்ந்த சேற்று நிலம். மயிர் செறிந்த காண்டாமிருகம் - woolly rhinoceros. ஐரா வதம் - mammoth.

அந்தச் சந்தேகப் பேர்வழியோடு மேலும் விவாதம் செய்வதற்குத் தொல்லுயிர் நிபுணருக்குப் பொறுமை இருந்தால், அந்த அடுக்குக்கள் இருக்கும் இடத்துக்கும் அவைகளில் காணப்படும் பாஸில்களின் வகைக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைப் பற்றியும் அவர் விளக்கிக் கூற முயலலாம். மேற்பரப்பாக உள்ள அடுக்குக்கள் பெரும்பான்மையும் இக்காலத்தில் வாழும் இனங்களின் பாஸில் வடிவங்களே அடங்கியவையாக இருப்பதற்கும், ஆழம் போகப் போகக் காணப்படும் அடுக்குக்களில் நமக்குத் தெரிந்த இனங்களின் வகைகள் ஓரளவு ஒழுங்கான முறையில் வரவரக் குறைந்து வருவதற்கும் அவர் எத்தனையோ உதாரணங்களைக் காட்டக் கூடும். இதிலிருந்து, மேல் மட்டங்களில் காணப்படுபவை கடைசியாகப் படிந்தவை என்றும், அவற்றுக்குக் கீழே உள்ளவை அதற்கு முந்திய காலத்தில் படிந்தவை என்றும் கூறும் ஒரு கற்பிதக் கொள்கை விவேக ரீதியில் பெறப் படுகிறது. காலம் செல்லச் செல்ல, தாவரங்கள் பிராணி கள் ஆகியவற்றின் வகைகள் மாறி வந்தால், (அந்த மாறு பாட்டின் தன்மை வேறொரு கதை) இக்காலத்தில் காணப் படுகிற பிராணிகளின் மாதிரிகைகள் மேல்மட்டங்களில் தான் காணப்படும் என்றும், அவைகள் கீழ்மட்டங்களில் காணப்படா என்றும் நாம் எதிர்பார்க்கலாம், அல்லவா? இப்படிப்பட்ட எத்தனையோ சான்றுகள் ஒன்றுகத் திரளும் காரணத்தால், படிவுப் பாறைகளின் அடுக்கியலைப் பற்றிய அடிப்படை மனக்கோள்கள் பலவும் அறிவோடு ஒத்தவைகள், நியாயமானவைகள் என்று சீரான மனம் படைத்த எந்த மக்கட் தொகுதிக்கும் நிரூபிக்க முடியும். இந்த விஷயத்தில் எத்தனையோ ஒப்புக்கோள்கள் சம்பந் தப்பட்டிருந்த போதிலும், விஞ்ஞானம் எடுத்துக் கூறும்

படிவுப் பாறை - sedimentary rock. அடுக்கியல் - stratigraphy.

கட்சிகளின் பாத்தியாபாத்தியங்களை மிகவும் எச்சரிக்கை யோடு பகுத்தாராய்பவர்களும்கூட, பல பிரதேசங்களில் திரட்டப்பட்ட கவனக்குறிப்புக்களிலிருந்து கிடைத்த எடுகோள்களோடு இவை மிகவும் இணங்கியிருக்கின்றன என்றும், ஆகையால், இவை ருசுப்படுத்தப்பட்டுவிட்டன என்று ஏற்றுக்கொள்ளலாம் என்றும் சந்தேகமின்றி ஒப்புக் கொள்ளுவார்கள்.

ஆனபோதிலும், பூதத்துவ-இயலின் வளர்ச்சி நேர் போக்காகச் செல்லவில்லை. முன்னால் பௌதிகத்திலும் இரசாயனத்திலும் இப்படித்தானே இருந்தது? சென்ற நூற்றைம்பது வருஷங்களாகப் பூதத்துவ-இயலில் உள்ள கோட்பாடுகளின் சரித்திரத்தை மேலும் விசாரித்தால், இத்தகைய கஷ்டங்களில் சிலவற்றைக் காணமுடியும். ஹட்டன் என்பவர் தொடங்கிவைத்த ஓரியல்தன்மைக் கொள்கை என்னும் சித்தாந்தத்தை ஸர் சார்ல்ஸ் லையெல் மிகவும் பலமாகப் பிரசாரம் செய்துவந்தார். 'பிரதேசப் பகுதிகளின் இக்காலத் தோற்றங்களை விளக்க வேண்டு மானால், இந்நாளில் அறியப்பட்டுள்ள நிகழ்ச்சிகளைப்போல் அல்லாமல், வேறு விதமான பேராபத்தான நிகழ்ச்சிகள் பண்டைக் காலத்தில் நிகழ்ந்திருக்க வேண்டும் என்று கற்பனை செய்துகொள்ள வேண்டும்' என்று வழங்கிய அபிப்பிராயத்தை ஆட்சேபிப்பதே அவருடைய குறிப்பான கருத்தாக இருந்தது. முன்னால் கூறிய வல்க்கன் கட்சி யினரும் நெப்டியூன் கட்சியினரும் கொண்டிருந்த கற்பனைகளுக்கு விரோதமாக ஏற்பட்ட பிரதிக்கிரியையின் ஒரு பகுதியே இது.

ஹட்டன் - Hutton. ஓரியல்தன்மை - uniformitarianism. (பக்கம் 503; அடிக் குறிப்பு) ஸர் சார்ல்ஸ் லையெல் - Sir Charles Lyell. பிரதேசப்பகுதி - landscape. பிரதிக்கிரியை - reaction. பேராபத்தான - catastrophic.

காற்று, நீர் ஆகியவற்றின் அரிமானம், ஏரிகளிலும் கடல்களிலும் அடுக்கடுக்காகப் பொருள்கள் படிதல், பாறைகளின் இயற்கைத் தேய்வு, வெளிப்புறங்களில் ஜாக்கிரதையாகச் செய்யப்படும் கவனக்குறிப்பால் எளிதில் நிருபிக்கக் கூடிய பல விதமான தோற்றங்கள்—ஆகிய இவை எல்லாம் தான் மிகவும் முக்கியமானவை என்று லையெல் வற்புறுத்தினர். ஆனால், பேராபத்துக் கோட்பாடுகளுக்கு விரோதமான பிரதிக்கிரியைகளை லையெல் அளவுக்கு மிஞ்சிப் புகவிட்டார். ஆதலால், அவர் ஸ்தாபித்த அந்த நிலையை விட்டுப் பிற்காலத்திய பூதத்துவ நிபுணர்கள் பின்னிட வேண்டி வந்தது. பூதத்துவ-இயல் தொழிலில் உன்னத நிலையில் உள்ள ஒருவர் சமீபத்தில், 'ஓரியல்-தன்மைக் கொள்கை என்றென்றும் முற்றும் உண்மையான கொள்கை அன்று' என்று எழுதியிருக்கிறார். மேலும் அவர், 'நம்முடைய மனச்சாட்சி இடங் கொடுக்கும்வரை மட்டுமே நாம் ஓரியல்-தன்மைக் கொள்கையை விடாமல் பற்றிக் கொண்டிருக்க வேண்டும்' என்கிறார். பரிசோதனை விஞ்ஞானிகளுக்கும் இதை யொத்த பிரச்சினைகள் இருக்கின்றன. உயிருக்கும் நொதித்தலுக்கும் உள்ள உறவைப் பாஸ்டியர் மட்டுக்கு மிஞ்சி எளிதாக்கியது இப்போது நினைவுக்கு வருகிறது (பக்கம் 396). ஆனால், மக்களுக்கு என்றே எழுதப்பட்டிருக்கும் பூதத்துவ-இயல் வரலாறு ஒன்றில், 'நூற்றுக்கணக்கான மில்லியன் வருஷங்களுக்கு முன்னால் பாறைகள் எப்படி இயற்றப்பட்டு வந்தனவோ, அப்படியேதான் இக்காலத்திலும் அவை இயற்றப்பட்டு வருகின்றன' என்றும் கூறியிருக்கிறார். அந்த விவரணத்தைப் படித்தால், நாம் எளிதில் ஏமாந்து போகக் கூடும்.

காற்று - wind. அரிமானம் - erosion. இயற்கைத் தேய்வு - weathering. வெளிப்புலன் - field, நொதித்தல் - fermentation,

ஓரியல்-தன்மை கொள்கையின் ஒப்புக்கோள் என்று வைத்துக்கொண்டால் இதை ஒரு விஞ்ஞான விவரணம் என்று கூறலாம். ஒரு மூலகத்தில் உள்ள எல்லா அணுக்களும் முற்றொருமை உள்ளவை என்னும் டால்ட்டனின் பாவனேயோடு இதை ஒப்பிடலாம். ஆனால், 'செந்நிறப் பாதரச ஆக்ஸைடை வெப்பமுறச் செய்தால், அது பாதரசத்தையும் ஆக்ஸிஜனேயும் அளிக்கிறது' என்றோ, அல்லது 'ஜார்ஜ் வாஷிங்டன் யுனேடெட் ஸ்டேட்ஸின் முதல் தலைவராக இருந்தார்' என்றோ கூறும் விவரணத்துக்கு இது சமமானது என்று பாமரர்கள் எண்ணத் தயாராக இருக்கிறார்கள். நூறு மில்லியன் வருஷங்களுக்கு முன்னால் பாறைகள் எவ்வாறு உண்டாக்கப்பட்டன என்று கூறும் இந்த விவரணம் ஒரு விஞ்ஞான உண்மை என்று நினைக்கும் வழக்கம் அவர்களுக்கு எளிதில் பிடிபட்டுவிடுகிறது.

பூதத்துவ-இயலானது சரித்திரத்தை மிகவும் ஒத்திருப்பதுபோலத் தோன்றுவதால்தான், இப்படிப்பட்ட கஷ்டம் பெரும்பான்மையும் உண்டாகிறது என்று நான் நினைக்கிறேன். வாட்டர்லூ சண்டையைப் பற்றி நான்காம் ஜார்ஜ் மன்னர் மிகவும் அதிகமாகப் பேசி வந்தபடியால், அச்சண்டை நடந்தபோது தாம் நிஜமாகவே அவ்விடத்தில் இருந்தார் என்னும் நம்பிக்கை அவருக்கு ஏற்பட்டுவிட்டது என்று சொல்லுகிறார்கள். அடுத்தடுத்து வந்த பனியாறுகள் செயல்புரிந்த காலங்களைப் பற்றி உற்சாகத்தோடு விளக்கிவரும் பூதத்துவ ஆசிரியர் சொல்லுவதைக் கேட்டால், அவர் கூறும் விஷயங்கள் எல்லாவற்றையும் அவர்

விஞ்ஞான விவரணம் - scientific statement. மூலகம் - element. அணு - atom. முற்றொருமையுள்ளவை - identical. டால்ட்டன் - Dalton. செந்நிறப் பாதரச ஆக்ஸைடு - red oxide of mercury. ஜார்ஜ் வாஷிங்டன் - George Washington. வாட்டர்லூ - Waterloo. நான்காம் ஜார்ஜ் மன்னர் - King George IV.

நேரில் தம் கண்ணுலேயே பார்த்து வருணிப்பது போலத் தோன்றும். 'பூதத்துவ-இயலும் பூமியின் ஒருவகைச் சரித்திரம்தானே?' என்பதுபோல அதை விளக்குவதா யிருந்தால், அப்போது ஒரு சித்தாந்த மனநிலை அனேக மாக ஏற்படும் என்பது நிச்சயம். ஏனென்றால், பூதத்துவ-இயலின் கோட்பாடுகள் எவ்வளவில் உண்மையாக நிகழக் கூடியவை என்பதை மதிப்பிடவோ, அல்லது அதில் ஒன்றோடொன்று முரண்படுபவைகளாகக் காணும் சான்று கள் இன்னும் எவ்வளவில் தீர்க்கப்படாமல் இருக்கின்றன என்பதைக் குறிக்கவோ தவறினல், எல்லா மனக்கோட் திட்டங்களும் ஒரே தன்மையானவைதான் என்ற எண்ணம் பாமரர்களுக்கு ஏற்பட்டுவிடும். அந்த முழுக் கட்டுக் கோப்பையும் அவர்கள் ஒப்புக்கொள்ளவோ, அல்லது ஒதுக்கவோ செய்யும்போது, அவைகளும் சில விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளின் ஒரு தொகுதிதான் என்று அவர் களுக்குத் தோன்றுவதில்லை. அவைகள் பழங்காலத்து நிகழ்ச்சிகளைப் பற்றிய உண்மையான விவரங்கள் என்றே அவர்கள் கருதுகிறார்கள். பூதத்துவ-இயலின் ஒரு பகு தியையோ அல்லது மற்றொன்றையோ பற்றித் தினசரிப் பத்திரிகைகளில் அவ்வப்போது புதிய கற்பிதக் கொள்கை கள் சில வேளைகளில் வெளிவருவதையும் காண்கிறார்கள். ஆகையால் அவர்களுக்கு எல்லாவற்றிலுமே ஒரு முழு அவநம்பிக்கை ஏற்பட இடம் உண்டாகிறது.

மோதுறும் உலகங்கள் என்னும் நூல் விசித்திரக் கற்பனைகள் நிரம்பியது: மக்களின் மனத்தை அது ஆச்சரிய மான அளவில் கவர்ந்திருக்கிறது. நவீன விஞ்ஞானம் கண்டறிந்ததாகக் கூறும் விஷயங்களை முற்றும் மறுப் பதில் வாசகர்களான பொதுஜனங்களுக்கு எவ்வளவு

மோதுறும் உலகங்கள் - *Worlds in Collision.*

ஆவலும் மகிழ்ச்சியும் ஏற்படுகிறது என்பதை அது காட்டு கிறது. யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸில் இப்படிப்பட்ட புத்தகம் ஒன்று மிகவும் பரக்க வழங்கி வருவதைக் காணும் போது, என் மனத்துக்கு மிகுந்த வேதனை உண்டாகிறது. பள்ளிக்கூடத்திலும் கலாசாலையிலும் ஒழுங்கான போதனை முறைகளை ஏற்படுத்தி, அவைகளின் மூலம் விஞ்ஞான விளக்கம் அளிப்பதற்காக, நாம் செய்துவரும் முயற்சி களெல்லாம் நாம் விரும்பிய பயனைக் கைகூடச் செய்ய வில்லை என்பது இதிலிருந்து தெரிகிறது. இந்நாளில் பௌதிகத் துறையிலும் இரசாயனத் துறையிலும் முட்டாள் தனமான கற்பனைகள் அவ்வளவு அதிகமாக ஒப்புக்கொள் ளப்படுவதில்லை. அத்துறைகளில் யாராவது கண்டபடி அபிப்பிராயங்களைக் கூறினால், 'இப்படிப் புரட்சிகரமான அபிப்பிராயங்களைக் கூறுகிறீர்களே. புதிய பரிசோதனை மூலமாக அவைகளைக் கவனித்தால், அவைகளின் முடிவு என்ன ஆகும் என்று சொல்லுங்கள்' என்று அவர்களைக் கேட்டு, அந்த அபிப்பிராயங்களை மடக்கி, உரிய இடத்தில் தள்ளிவிடலாம். ஆனால், பண்டைக் காலத்தைப் பற்றிக் கூறும் விஞ்ஞானங்கள் விவேக நீதிமன்றத்தில் வேறொரு படியில் நிற்கின்றன. ஆகையால், சில ஆயிரக்கணக்கான வருஷங்களுக்கு முன்னுள்ள காலத்தைப் பற்றிக் கூறும் ஒரு விபரீதமான விருத்தாந்தத்தை உண்மை என்றே எண்ணுகிறார்கள். விசேஷ பாவனைகளையும், சந்தர்ப்பத் துக்கேற்ற கற்பிதக் கொள்கைகளையும் ஒன்றின்மேல் ஒன்றாக அடுக்கி, அதற்கு ஆதாரம் தேடி அடையவேண்டி யிருந்தபோதிலும் அவர்களுக்கு அதில் சந்தேகம் ஏற்படுவ தில்லை. ஏற்கெனவே அமைக்கப்பட்ட ஒரு விஞ்ஞானக் கோப்பு எப்பொழுதெல்லாம் அசௌகரியமாகத் தோன்று கிறதோ அப்பொழுதெல்லாம் அதைக் கிழித்தெறிந்து

வேறொன்றைப் புதிதாக நிர்மித்துவந்தபோதிலும், அதை உண்மை என்றே நினைக்கிறார்கள். இப்படிச் செய்வதால் ஏற்படும் விளைவு சரித்திரமும் அன்று; விஞ்ஞானமும் அன்று; மனம் போனபடி அமைந்த ஒரு கற்பனை.

பாமரர்களால் அனுபவிக்கப்படக்கூடிய விஷயங்களை மற்றெல்லா இயற்கை விஞ்ஞானங்களும் அளிப்பதைக் காட்டிலும் பூதத்துவ-இயலே அதிக அளவில் அளிக்கிறது. ஒழுங்காக வகுத்த உயிர்-இயல் பகுதிகள் மட்டும் ஒருகால் இதற்கு விலக்காக இருக்கலாம். இது இப்படி இருந்த போதிலும்கூட, இந்த முயற்சி விசேஷமான சக்தி வாய்ந்தது என்பதை இன்னும் பலரும் அதிகம் மதிக்க வில்லை என்பது ஒரு வருந்தத்தக்க விஷயம். ஏனென்றால், இந்தச் சக்தி வாய்ந்த தன்மையே பூதத்துவ-இயலை ஒரு விஞ்ஞானம் என்று ஆக்குகிறது; இதுவே அதைச் சரித்திரத்திலிருந்து பேதப்படுத்துகிறது. கற்பனையான அபிப்பிராயங்களுக்கும், பரந்த காரியக் கற்பிதக் கொள்கை களுக்கும், நன்கு சோதிக்கப்பட்ட மனக்கோட் திட்டங் களுக்கும் இடையே உள்ள பேதத்தை (இம் மூன்று வகை அபிப்பிராயங்களுக்கும் இடையில் உள்ள எல்லை தெளிவில் லாமலும் மங்கலாகவும் இருந்த போதிலும்,) பொதுமக் களுக்கென்று எழுதப்படும் கட்டுரைகளும் புத்தகங்களும் நன்ருகக் குறித்துக் காட்டுவது நல்லது என்று பலரும் விரும்புகிறார்கள். அப்படிச் செய்துவந்தால், இக்காலப் பிரச்சினைகள் இன்ன இன்ன என்று தெரிந்துகொள்ளு வதில் பொதுமக்களுக்கு இப்போது இருப்பதைவிட அதிக மகிழ்ச்சி ஏற்படும். அடிக்கடி பூதத்துவ-இயலில் நிலவி வந்த ஒரு கொள்கை மாறி, அதற்குப்பதிலாக மற்றொன்று தோன்றுவதைக் கண்டு, அவர்கள் சோர்ந்து மனம் தளரா மல், ஆனந்தம் அடைவார்கள். ஏனென்றால், அவ்வாறு

கொள்கைகள் மாறாமலிருந்தால், அந்த விஞ்ஞானத்தில் வளர்ச்சி உண்டாகாது; வாஸ்தவத்தில் அது விஞ்ஞான மாகவே இராது.

பூமிப் பௌதிகம், ஒரு பரிசோதனை விஞ்ஞானம்

சாதாரணமாகப் பலரும் பூதத்துவ-இயலை ஒரு கவனக் குறிப்பு விஞ்ஞானம் என்று கருதுகிறார்களே தவிர அதை ஒரு பரிசோதனை விஞ்ஞானம் என்றே கருது வதில்லை. ஆயினும் வான சாஸ்திரம், உயிரியல் என்பவை களில் போலவே, அதிலும் காணப்படும் சிறப்பான அம் சங்கள் கவனக் குறிப்பு முறைகளுக்கும் பரிசோதனை முறைகளுக்கும் உள்ள பேதங்களில் மட்டும் அடங்கி யிருப்பதில்லை. மனக்கோட் திட்டங்களில் மிக நீண்ட கால இடைவெளிகளைப் புகுத்துவது பூதத்துவ இயல், தொல்லுயிரியல் என்பவைகளின் ஒரு தனிப்பட்ட பண்பாகும். இந்த நூற்றாண்டில் பூதத்துவ நிபுணர்கள் மேன்மேலும் பரிசோதனைகளை நிகழ்த்தத் தொடங்கி விட்டார்கள். மற்ற விஞ்ஞானங்களில் பரிசோதனைகளின் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்களையும் தங்கள் காரி யங்களுக்கு ஆதாரமாகக் கொண்டிருக்கிறார்கள், கற்பிதக் கொள்கைகள், கோட்பாடுகள், பரிசோதனைச் செயல் முறைகள் ஆகியவற்றின் தரத்தை நோக்கினால் பூமிப் பௌதிகத்துக்கும் பௌதிகத்துக்கும் யாதொரு பேத மும் காண முடியாது என்று சொல்லலாம். உதாரண மாக, பூகம்பங்களாலோ அல்லது வெடித்தல்களாலோ உண்டாக்கப்படும் பல தரப்பட்ட அலைகள் பூமியின் ஊடாக என்ன வேகத்தோடு செல்லுகின்றன என்பதைத் திருத்தமாக நிர்ணயிக்க முடியும். அப்படிப்பட்ட நில

பூகம்பம் - earthquake. வெடித்தல் - explosion.

அதிர்ச்சிகளை யொட்டிய விஷயங்களை ஆராய்வதும்—பாரமானி அழுத்தத்தின் மாறுபாடுகளையோ, அல்லது ஈரப்பதனின் மாறுபாடுகளையோ, அல்லது உலோகக் கலவைகளின் மின்தடை வேற்றுமைகளையோ கவனித்துக் குறிப்பது போலவே—பௌதிகத்தின் பகுதியேயாகும். (ஆனாலும், ஆராயும் பரிசோதகரால் காற்றின் பௌதிகத்தை ஆராய்பவருக்குக் கிடைக்கும் சந்தர்ப்பங்களைக் காட்டிலும் அதிகச் சந்தர்ப்பங்களைக் கடைசி விஷயத்தில் தேர்ந்தெடுக்க முடியும். ஏனென்றால், உயிரியல் நிபுணரையும் பூதத்துவ நிபுணரையும் போலவே, வாயு மண்டல ஆராய்ச்சியாளரும் இயற்கைத் தோற்றங்களையே விடாப்பிடியாக முயன்று கவனித்தாக வேண்டும்.) இந்த உதாரணங்கள் எல்லாவற்றிலும் 'விஞ்ஞான உண்மைகள்' என்னும் சொற்கள் முன் நடத்தியது போலவே மீளவும் இயற்றக்கூடிய பரிசோதனைகளைச் சுட்டுவதாக வைத்துக் கொள்ளலாம். நில - அதிர்ச்சி அலைகளின் ஆராய்ச்சியும் காற்றின் ஊடாக ஒலியோ - அல்லது வெற்றிடத்தின் ஊடாக ஒளியோ - செலுத்தப்படுவதை ஒட்டிய ஆராய்ச்சியும் எல்லா விதத்திலும் ஒருபோகாகவே இருப்பதாகத் தோன்றுகின்றன.

இடத்துக்கு இடம் குறிக்கப்பட்டுவரும் புவியீர்ப்பு நிலை-எண்ணில் சிறிய வேற்றுமைகள் காணப்படுகின்றன. அவைகளைப் பொருள் கொள்வது பூமியின் பௌதிகம் என்று சொல்லப்படுவதற்கு மற்றோர் உதாரணம் ஆகும். இவ் வேற்றுமைகளுக்கும் அங்கங்குள்ள பாறை அமைப்

பாரமானி அழுத்தம் - barometric pressure. ஈரப்பதன் - humidity. உலோகக் கலவை - metallic alloy. மின்தடை - electrical resistance. நில அதிர்ச்சிகளை யொட்டிய விஷயங்கள் - seismic phenomena. புவியீர்ப்பு நிலை-எண் - constant of gravitation. பாறை அமைப்பின் தன்மை - nature of rock formation.

பின் தன்மைகளுக்கும் சம்பந்தம் காட்ட முடிகிறது. இக் காலத்தில் பூமியில் திடப்பொருள்கள் எவ்வாறு சிதறிக் காண்கின்றன என்பதைப் பற்றிய செய்திகளை நில-அதிர்ச்சி களின் ஆராய்ச்சியின் மூலமாகப் பெறுவதைப் போலவே, இவற்றின் மூலமாகவும் பெறமுடியும். கால அளவு சேர்க் கப்படாத ஒரு மனக்கோட் திட்டத்துக்குள் இவைகளைப் பொருத்த முடியும். பண்டைப் பழங்காலத்தை ஒட்டிய எவ்வகையான ஒப்புக்கோள்களின் துணையுமின்றி, அடுக்கிய லைப் பற்றிய எளிய விஷயங்களை முறைபடக் கூறமுடியும். சென்ற நூறு ஆண்டுகளில், பூமியின் மேற்பரப்பின் வெவ் வேறு இடங்களில், சோதித்தறிந்த கவனக் குறிப்புக்களை எல்லாம் வெவ்வேறு மட்டங்களின் தனிப்பட்ட அறிகுறி களாக உள்ள தாதுப் பொருள்களையும் பாஸில்களையும் ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டு, சிற்சில மனக்கோள்களின் மூலமாக, ஒன்றோடொன்று இணைக்க முடியும். ஆனால் சரித்திர ரீதியாகப் பார்த்தால், இந்த விஞ்ஞான விஷயம் வளர்ச்சி அடைந்த முறை இது அன்று; பூதத்துவ நிபுணர் கள் கொண்டுள்ள அபிப்பிராயமாகவும் இது இருக்க முடியாது. ஆயினும், இப்படிப்பட்ட ஓர் உருமாற்றம் நிகழக்கூடும் என்னும் விஷயம் நேர்மையான பூதத்துவ இயலில் பின்பற்றும் முறைகள் எப்பேர்ப்பட்டவை என்று நமக்கு நன்கு அறிவிக்கிறது. அடுக்குக்களைப் பற்றிய துப்புக்களைக் காண்பதற்குப் பாஸில்களையும் பாறைப் பண்புகளையும் வில்லியம் ஸ்மித் உபயோகித்தபோது, அவர் தம்முடைய மனக்கோள்களைப் பூமிச் சரித்திர ரீதியில் முறைபடக் கூறினர். ஆயினும், இப்படிச் செய் வது அவசியமில்லை என்று கட்சி சொல்லமுடியும். ஒரு

தாதுப்பொருள் - minerals. பாஸில்-fossil. உருமாற்றம் – transformation. நேர்மையான பூதத்துவ இயல் - classic geology. வில்லியம் ஸ்மித்– William Smith. (479ம் பக்கம் பார்க்கவும்)

வகைபாட்டுக்குத் துணைபுரிவதற்காக ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தை அவர் கொணர்ந்திருக்கக் கூடும். அப்படிச் செய்திருந்தாலும், அவரைச் சரித்திரக்காரர்களின் வர்க்கத் தோடு சார்ந்தவராகக் கொள்ள முடியாது; பத்தொன்ப தாம் நூற்றுண்டில் தாவரங்கள், பிராணிகள், ஆகியவற்றின் ஜீவசரித்திரத்தைக் கண்டுபிடித்துத் தெரிந்துகொள்வதில் மிகவும் வெற்றியடைந்த இயற்கை நூல் நிபுணர்களையே சார்ந்தவராகவே கொள்ளவேண்டியிருக்கும். இந்த நூற் றுண்டில் பௌதிகத்தையும் இரசாயனத்தையும் அடுக்கிய லில் புகுத்திவிட்டார்கள்; இது ஒரு ரசமான விஷயம். நவீன பூதத்துவ இயலின் ஒரு விசேஷ மாறுபாட்டுக்கு இது ஒரு சிறந்த எடுத்துக்காட்டாக இருக்கிறது. மேலும், பரிசோதனை உயிரியல் நிபுணர்கள் தங்களுடைய விசேஷ மனக்கோள்களும் மனக்கோட் திட்டங்களும் பௌதிக இரசாயனத் துறைகளில் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்ட தத்துவங் களுக்கு இணங்க இருக்கும்படி எப்படிக் கவனித்து வர வேண்டியிருக்கிறதோ, அதுபோலவே பூதத்துவ நிபுணரும் கவனித்து வரவேண்டியிருக்கிறது. வாஸ்தவத்தில், இந்த விஞ்ஞானங்களில் ஏற்பட்ட புதிய வளர்ச்சிகளை அவர் களால் அதிக அளவில் உபயோகிக்க முடியலாம். இவ்வாறு பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டு முடிவடையும் வருஷங்களில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட கதிரியக்கம் என்னும் நிகழ்ச்சியானது சென்ற ஐம்பது ஆண்டுகளுக்குள் ஒரு புதிய தனித் துறையை ஏற்படுத்திவிட்டது. இதைச் சில வேளைகளில் கதிரியக்க-இரசாயனம் என்கிறார்கள். பரிசோதனை, கோட் பாடு ஆகியவற்றின் விளைவுப் பொருளான இது பௌதிகர் கள் இரசாயனிகள் ஆகியோரின் உழைப்பினால் சாத்திய

வகைபாடு - classification. அடுக்கியல் - stratigraphy. கதிரியக்கம் - radio-activity. கதிரியக்க-இரசாயனம் - radio-chemistry.

மாகிய துறை. அந்த இரண்டு விஞ்ஞானங்களின் மனக் கோட் திட்டங்களையும் இது அடிப்படையாகக் கொண் டுள்ளது. சென்ற சில பத்தாண்டுகளுக்குள்ளேயே இது பூதத்துவ நிபுணர்களுக்கு மிகவும் பயனுள்ளதாக ஆகிவிட்டது. நியாயமாகத் தோன்றும் சில பாவனைகளின் துணையைக்கொண்டு (நியாயமாயிருந்தாலும் பாவனைகள் பாவனைகள்தானே?) யுரேனியமோ அல்லது தோரியமோ அடங்கிய தாதுக்களைச் சிற்சில விசேஷ முறைகளின் மூலமாகப் பகுத்தாராய்வதால், பல்வேறு பாறை மட்டங் களின் காலங்களை நாம் நிர்ணயிக்க முடியும். இவற்றால் நிஜமாக நிர்ணயிக்கப்படுவது என்னவென்றால், அடுக்கியல் கவனக்குறிப்புக்களுக்கும் இரசாயனப் பகுத்தாராய்ச்சி களுக்கும் உள்ள ஒப்பு-உறவேயாகும். கதிரியக்கத்துக்கு அறிகுறியாக உள்ள உருவ மாறுபாடு ஏற்படும் வீதம் மிக நெடுங்காலமாக மாறாமல் நிலையாகவே இருந்திருக்கிறது என்பது ஒரு பாவனை. அதே அடுக்குக்களில் காணப்படும் மற்ற இயைபுறுப்புக்கள் எவ்வளவு காலமாக, அவைகளின் இரசாயன அமைப்பு சம்பந்தப்பட்ட மட்டில், யாதொரு விதமாகவும் கலக்கப்படாமல் இருந்து வந்திருக்கின்ற னவோ அதுபோலவே, அதே காலப் பகுதியில் பகுத் தாராயப்பட்ட தாதுப்பொருளும் யாதொரு விதமாகவும் கலக்கப்படவில்லை என்பது மற்றொரு பாவனை. இந்த இரண்டு பாவனைகளையும் கொண்டு அந்த அடுக்குக்களின் வயதை நிர்ணயிப்பதற்கு இரசாயனத் துறையைச் சார்ந்த மனக்கோள்கள் துணை புரிகின்றன.

பூதத்துவ அமைப்புக்களின் காலத்தை நிர்ணயிப்ப தற்கு இது ஒரு முறை. முற்காலத்தில் பூதத்துவ நிபுணர்

யுரேனியம் - uranium. தோரியம் - thorium. உருவ மாறுபாடு ஏற்படும் வீதம் - rate of transformation. மாறாமல் நிலையாக-constant. பாவனை-assumption. அடுக்குக்கள் - strata. இயைபுறுப்புக்கள் - constituents.

கள் (வேறு சில பாவனைகளைக் கொண்டும், வேறு சில எடு கோள்களிலிருந்தும்) முடிவு செய்த மதிப்புக்களோடு, காலத் திட்டத்தின் சிற்சில பகுதிகளில், திருப்திகரமாக ஒத்துவரும் முடிவுகள் இந்த முறையாலும் கிடைத்திருக் கின்றன. இப்படிச் சான்றுகள் ஒருங்கு குவிவது மிக மிக முக்கியமானது என்பதில் சந்தேகமில்லை. இப்படியாகத் தெரியவந்த மொத்தக் காலத் திட்டம் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் பூதத்துவ-இயலை ஸ்தாபித்தவர்கள் கற்பனை யாக எண்ணியதைக் காட்டிலும் மிகவும் பெரிதாகக் காணப் படுகிறது. பாஸில்கள் காணப்படும் மிகப் பழமையான பாறைகள் 500,000,000 வருஷங்களுக்கு முன்னால் படிந் திருக்கவேண்டும் என்றும், அந்த அடுக்குக்களின் ஒழுங்கு நிலை மாறுபடாமல் அவைகளுக்கு ஏராளமான மாறுதல்கள் (உருமாற்றங்கள்) ஏற்பட்டிருக்கவேண்டும் என்றும் கருது கிறார்கள். இவற்றைக் காட்டிலும் முற்பட்ட (கேம்பிரிய னுக்கு முற்பட்ட) காலத்தில் அமைந்த பாறைகளின் வயது குறைந்தது 1,700,000,000 வருஷங்களாகவாவது இருக்க வேண்டும் என்று தோன்றுகிறது. வானசாஸ்திரிகளும் பிரபஞ்சத்தின் சிருஷ்டி விஷயத்தைப் பற்றி அக்கறை கொண்டவர்களும் பூமியின் வயதைப் பற்றி இப்போது சாதாரணமாகக் கூறும் மதிப்புச் சுமார் 2,000,000,000 வருஷங்கள் என்பது.

பௌதிகம், இரசாயனம் ஆகியவற்றின் தத்துவங் களைப் பண்டைப் பழங் காலத்து நிகழ்ச்சிகளுக்குப் பயன் படுத்த முடியுமா என்று வினவலாம். அத்துணை பிரும்

ஒருங்கே குவியும் சான்றுகள் - converging evidence. கேம்பிரியனுக்கு முற்பட்ட - pre-Cambrian. இது நூற்றிருபது கோடி வருஷம் அல்லது நூற் றெழுபத்தைந்துகோடி வருஷங்களுக்கு முன் தொடங்கி ஐம்பத்தைந்துகோடி வருஷம் முன் வரை நீடித்திருந்த மிகப் பழமையான காலம் என்று பூதத்துவ சாஸ்திரிகள் கணக்கிட்டிருக்கிறார்கள்.

மாண்டமான இடைவெளிகளையுடைய காலம் முழுவதும் பொருள் ஓரியல்-தன்மையோடு நடக்கும் என்று வைத்துக் கொள்ளக் கூடுமா என்பதைப் பற்றியும் தங்களுக்குள்ள பெரும் சந்தேகத்தைப் பல பௌதிகர்கள் வெளியிட்டிருக்கிறார்கள். பல்லாயிரம் மில்லியன் ஆண்டுகள் என்று நாம் சொன்னால், அதில் அடங்கிய கால மனக்கோளின் பொருள் என்ன? மிக அதிகமான வேகங்களும் மிகக் குறைவான தூரங்களும் தங்களுக்குப் புலப்படத் தொடங்கியதும், இடத்தையும் நேரத்தையும் பற்றிப் பௌதிக விஞ்ஞானிகள் கொண்டிருந்த கருத்துக்களை யெல்லாம் மாற்றிக் குறித்துக்கொள்ள வேண்டும் என்பது தெரிந்தது. அதுபோலவே, விவேக ரீதியில் கொள்ளப்படும் கால அளவுகளைச் சிருஷ்டி விஷயத்தில் உபயோகிப்பதும் சாத்தியமாக இராது. ஆயிரக் கணக்கான மில்லியன் வருஷங்களை ஓர் இயைபுறுப்பாக உடைய ஒரு மனக்கோளுக்குள் இணங்கப் பொருத்தப்பட வேண்டிய எடுகோள்கள் எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அதிகமாகி வந்தனவோ, அவ்வளவுக்கவ்வளவு அவை ஒன்றோடொன்று ஒவ்வாத நிலைகளும் ஏற்படக்கூடும். ஆனால், அப்பேர்ப்பட்ட சந்தேகங்களும் வினாக்களும் ஓரியல்-தன்மைத் தத்துவத்தின் உறுதிப்பாட்டைப் பற்றிய வினாவிலிருந்து வேறுபட்டவை என்பதையும் கவனிக்க வேண்டும். விஞ்ஞானத்தின் முதற் படிகளில் பலகாலும் தேவையாயிருக்கும் முதற் தோராயங்களில் இந்தத் தத்துவமும் ஒன்று. இயற்கைச் சக்திகள் புரட்சிகரமாகவும், மலைகளை அமைப்பவையாகவும் செயல் புரிந்த காலம் ஒன்று இருந்தது; அப்போது அவைகள்

சிருஷ்டி விஷயம் - Cosmology. இயைபுறுப்பு - component. ஓரியல் தன்மைத் தத்துவம் - uniformitarianism. பௌதிகக் காரணங்களும் அவற்றின் விளைவுகளும் எல்லாக் காலங்களிலும் ஒன்று போலவே இருந்திருக்கின்றன என்னும் தத்துவம். தோராயங்கள் - approximations.

இப்போது நாறு பக்கத்திலும் காணப்படும் இயற்கைச் சக்திகளைப்போல் இருக்கவில்லை; அவற்றைக் காட்டிலும் மிகப் பெரிய பிரமாணங்களை உடையவையாய் இருந்தன என்று வைத்துக்கொள்வதில் எல்லாப் பூதத்துவக் கோட்பாடுகளும் ஒன்றுபட்டிருக்கின்றன.

நடைமுறைக் கலைகளில் முற்போக்குகள்

நவீன பூதத்துவ இயலும், தொல்லுயிர் நூலும், பூமிப் பௌதிகமும் நடைமுறைப் பிரச்சினைகளில் வெற்றிகரமாகப் பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கின்றன: பெட்ரோலியம் இருக்கும் இடத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்கான முறைகளில் சென்ற முப்பது வருஷங்களில் மிக விரைவாக ஏற்பட்டிருக்கும் வளர்ச்சிகள் இதற்கு ஒரு நல்ல உதாரணம். இதற்குரிய இரண்டு செயல்முறைகளைச் சுருக்கமாகக் கூறலாம்—பூமிப் பௌதிகத்தின் தத்துவங்களைப் பயன்படுத்துவதைப் பொறுத்தது ஒன்று; தொல்லுயிர் நூலைப் பொறுத்தது மற்றொன்று. உதாரணமாக, வெடித்தல்களால் உண்டாக்கப்படும் நில-அதிர்ச்சி அலைகளின் வேகங்களின் தனிப் பண்புகளை அளப்பதால், பூமியின் மேற்பரப்புக்கு மிகக் கீழே உள்ள அமைப்புக்களின் தன்மையைப் பூமிப் பௌதிக விஞ்ஞானி பலகாலும் தீர்மானிக்க முடிகிறது. சிற்சில வகையான அமைப்புக்கள் பெட்ரோலியம் உள்ள இடங்களோடு சம்பந்தப்பட்டுக் காணப்படுவதால், பூமிப் பௌதிகத் துறையில் குறிக்கப்படும் அளவுகள் எண்ணெய் இருக்கும் இடத்தைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு முக்கியமாக உதவுகின்றன. மிக நுண்ணிய பிராணிகளின்

பிரமாணங்களை உடையவை - order of magnitude. நவீன பூதத்துவ இயல்-modern geology. தொல்லுயிர் நூல்- paleontology. பூமிப் பௌதிகம்: geo-physics. வெடித்தல்கள் - explosions. நில அதிர்ச்சி அலைகள் - seismic waves.

பாஸில் வடிவமான எச்சங்களைப் பரிசீலனை செய்வதால், வெவ்வேறான அடுக்குக்களைத் தெரிந்துகொள்ளும் திறமை தொல்லுயிர் நூலைப் பயன்படுத்தும் விஞ்ஞானிக்கு இருப்பதால், அவரும் எண்ணெய்யைக் கண்டுபிடிக்கும் காரியத்தில் பங்கெடுத்துக் கொள்கிறார். தக்கபடி துளைகளை இட்டு, பூமியின் மேற்பரப்புக்கு மிகவும் கீழே வரிசையாக இருக்கும் வெவ்வேறு மட்டங்களிலிருந்து, சிறிய 'மாதிரிப்' பகுதிகளை அவர் எடுக்கிறார். அவற்றில் பாஸில்கள் இருந்தால், அந்த மாதிரிப் பகுதிகளை கவனித்து, அவைகளிலிருந்து மட்டங்களின் வரிசை இப்படி அமைந்திருக்கிறது என்று அந்த நிபுணரால் கூறமுடியும். இப்படி அமைக்கப்பட்ட தொல்-பூதத்துவப் படங்கள் மேற்பரப்புக்குக் கீழே உள்ள அமைப்பைச் சித்திரித்துக் காட்டுகின்றன. பெட்ரோலியப் படிவுகள் காணப்படுவதையும் அடுக்கியல் எடுகோள்களையும் பற்றிய ஒப்பு-உறவைப் பற்றித் தமக்கு முன்னமே கிடைத்துள்ள அனுபவத்தை ஆதாரமாகக் கொண்டு, என்ன இடங்களில் எண்ணெய் அகப்படும் என்று எண்ணெய்ப் பூதத்துவ சாஸ்திரி முற்கூட்டியே சோதிடம் சொல்லுகிறார். தொல்லுயிர் நூலைப் பயன்படுத்தும் விஞ்ஞானியும் எண்ணெய்யை (அல்லது தாதுக்களை) நாடும் பூமிப்பௌதிக நிபுணரும் அனுபவ-வாயிலாகக் கிடைத்த கவனக் குறிப்புக்களையும், (இதில் அனுபவ-வாயிலின் தன்மை மிக அதிகமான அளவில் உள்ளது) பூதத்துவ-இயலின் மனக்கோட் திட்டங்களையும் உபயோகிக்கிறார்கள். ஆனால் ஓர் அணு-குண்டு வெடிக்குமானால், அந்த நிகழ்ச்சி நியூட்டிரான்களும் புரோட்டான்களும் உண்மையாகவே இருக்கின்றன என்பதற்கு எப்படி ஒரு ருசுவாக மாட்

எச்சங்கள்-remains. மாதிரிப் பகுதிகள்-sample bits. தொல்-பூதத்துவ - paleo-geologic. படிவு - deposit. அடுக்கியல் எடுகோள்கள் - stratigraphic data. ஒப்பு-உறவு - correlation. அனுபவ வாயிலான - empirical.

டாதோ அதுபோலவே, மேற்கூறிய முறைகளின் வெற்றியும் மில்லியன் கணக்கான வருஷங்களுக்கு முன்னால் உண்மையாக என்ன நிகழ்ந்தது என்பதைப் பற்றிக் கூறும் சான்றாக மாட்டாது.

பூதத்துவ நிபுணர்கள், தொல்லுயிர் நிபுணர்கள் ஆகியோரின் யுக்திகளையும் தந்திரங்களையும் பற்றியது

பௌதிகம், இரசாயனம் ஆகியவற்றின் மனக்கோட்திட்டங்களின் உறுதித் தன்மையைப் பற்றி ஒருவர் மிகவும் ஐயப்பாடு உடையவராக இருக்கலாம். 'உண்மை', 'யதார்த்தத் தன்மை' என்னும் சொற்களை உபயோகிப்பதில் அவர் மிகவும் எச்சரிக்கையாகவும் இருக்கலாம். அப்படி இருந்தாலும், அணுக்கள், மூலக்கூறுகள், எலெக்டிரான்கள், நியூட்டிரான்கள் ஆகியவற்றின் யதார்த்தத் தன்மையைப் பற்றிச் சோதனைச்சாலையில் எந்தப் பௌதிக நிபுணரோ இரசாயனியோ சந்தேகப்படுவதில்லை. (நியூட்டிரினோக்களையும் இவற்றோடு சேர்த்துக் கொள்ளலாம். ஆனபோதிலும், நெருக்கிப் பிடித்தால், இந்த மனக்கோளை அடிக்கடி உபயோகிப்பவர்களும்கூட நியூட்டிரினோக்கள் யதார்த்தமாக உள்ள துகள்களாக இல்லாமலிருக்கலாம் என்றும், அழிவின்மை விதிகளைக் காப்பாற்றுவதற்குச் சௌகரியமான ஓர் ஏற்பாடாக இது உதவலாம் என்றும் ஒப்புக்கொள்வார்கள்.) அதுபோலவே, எந்தப் பூதத்துவ நிபுணருக்கோ, பூமிப் பௌதிகருக்கோ தொல்லுயிர் நிபுண

உண்மை - fact. யதார்த்தத் தன்மை - reality. நியூட்டிரினோ - neutrino. மின்சார ஏற்றமே இல்லாத அடிப்படைத் துகள். பௌதிக விதிகள் இணங்கியிருப்பதற்கு இவ்வகைத் துகள் இருக்க வேண்டும் என்பது பாவனை. அழிவின்மை விதிகள் - laws of conservation. அதாவது பிரபஞ்சத்தில் மொத்தமாகப் பார்த்தால், அல்லது சிற்சில உட்கருச் செயல்களைப் பார்த்தால், சக்தியும் பொருள் திணிவும் மாறா அளவுள்ளவை என்று பொதுப்படக் கூறும் விதிகள்.

ருக்கோ, (தாம் வேலை செய்யும்பொழுது கொண்டுள்ள மன நிலையில்) தம்முடைய கோட்பாடுகள் மில்லியன் கணக்கான வருஷங்களுக்கு முன்னால் யதார்த்தமாகவே நிகழ்ந்த நிகழ்ச்சிகளின் தோராயமான வர்ணனைகளாகவாவது இருக்கும் என்பதைப் பற்றிச் சந்தேகமே ஏற்படாது. ஆகையால், பூதத்துவ-இயலுக்கும் மற்ற இயற்கை விஞ்ஞானங்களுக்கும் அடிப்படையாக ஒரு பேதம் இருப்பதுபோலத் தோன்றியபோதிலும், முந்திய பக்கங்களில் கூறப்பட்டவற்றில் பெரும்பான்மையும் அங்கு பொருத்தமாயிருப்பது போலவே இந்த அத்தியாயத்தில் கவனிக்கப்படும் விஞ்ஞானங்களுக்கும் பொருத்தமுடையதாக இருக்கக் காண்கிறோம்.

பூதத்துவ இயலின் சரித்திரத்தைப் பற்றித் தாம் எழுதிய சிறந்த நூலில் ஸர் ஆர்ச்சிபல்டு கீக்கி பதினெட்டு பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுகளில் அவ்வியலில் காணப்பட்ட சில தனிப்பண்புகளைப்பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறினார். பௌதிகம், இரசாயனம், பரிசோதனை உயிரியல் ஆகியவற்றின் யுக்திகளையும் தந்திரத்தையும் பற்றி நாம் ஆராய்ந்த உதாரணங்களிலிருந்து தெரியவரும் விஷயங்களோடு அவர் கொண்ட முடிவுகளை ஒப்பிடுவது சுவையாக இருக்கும். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இறுதி வரை பூதத்துவ விஞ்ஞானத்தை முன்னேறச் செய்தவர்களில், உண்மையாகப் பார்த்தால், பூதத்துவ-இயலைத் தம் தொழிலாக மேற்கொண்டவர்கள் மிகச் சிலரே யாவர் என்பதைக் கீக்கி சுட்டிக் காட்டியிருக்கிறார். அத் துறையில் புகழ் பெற்றவர்கள் அநேகமாக எல்லோரும் 'சோம்பேறிச் சுக வாழ்வை உதறித் தள்ளி, தம்மையும் தம்முடைய செல்வத்தையும் பூமியின் சரித்திர ஆராய்ச்சிக்காக அர்ப்பணம்

ஸர் ஆர்ச்சிபல்டு கீக்கி - Sir Archibald Geikie.

செய்தவர்களாகவோ,' அல்லது மற்ற விஞ்ஞானக் கிளைகளைப் போதிக்கும் ஆசிரியர்களாகவோ இருந்தவர்கள். சுருங்கக்கூறின், பதினெட்டாம் நூற்றாண்டிலும் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டிலும், மற்றத் துறைகளில் போலவே இந்தத் துறையிலும், விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் அமெச்சூர்களே முன்னணியில் நின்று முக்கியப் பங்கு எடுத்துக் கொண்டிருந்தார்கள் என்பதைக் காண்கிறோம். அந்த ஆசிரியர் கொண்டுள்ள இரண்டாவது முடிவையும் அவர் கூறியபடியே சொல்லலாம்: 'வளப்பமுள்ள ஒரு கருத்து முளைத்துப் பலன் தருவதற்கு நெடுங்காலம் ஆகலாம் என்பதைக் காட்டும் சில முக்கியமான உதாரணங்களைப் பூதத்துவ விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரம் நமக்கு அளிக்கிறது.' எல்லா இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் சரித்திரத்திலும் மீள மீள மடங்கிவரும் ஒரு நிகழ்ச்சியையே இவர் சொல்லும் கூற்று வற்புறுத்துகிறது. புதிய கருத்துக்கள் பயன் விளைவிக்க வேண்டுமானாலும், புதிய அனுபவம் சீராக மதிக்கப்பட வேண்டுமானாலும் அதற்கு ஒரு பக்குவ காலம் ஏற்பட வேண்டும் என்பதுதான் அந்தக் கருத்து.

கீக்கியின் மூன்றாவதும் கடைசியுமான முடிவு இதுவாகும். 'பூதத்துவ-இயல் ஸ்தாபிக்கப்பட்ட போதும், வளர்ச்சியுற்ற போதும் அதில் அடுக்கடுக்காக ஏற்பட்ட படிகளைக் கவனிப்பதால் நாம் தெரிந்து கொள்ளக்கூடிய ஒரு முக்கியமான போதனை உண்டு. அது என்ன என்றால், சித்தாந்தமாகக் கூறுவதை அடியோடு விலக்கிவிட வேண்டுவதே முழுமுதல் காரியம் என்பதே அப்போதனை. ....முதலில் பேராபத்துக் கொள்கையினரின் கட்சி வலுத்

சித்தாந்தமாக - dogmatic. பேராபத்துக் கொள்கையினர் - catastrophists. திடீரென்று நிகழ்ந்த பெரு நிகழ்ச்சிகளால் மாறுதல்கள் ஏற்பட்டன என்பது இவர்களுடைய கொள்கை.

திருந்தது ; பின்பு, ஓரியல் தன்மைக் கொள்கையாளரின் கட்சி மேலோங்கிற்று ; பின்பு, அவர்களும் கைதாழ்ந்து, பரிணமவாதிகள் வெற்றி பெற்றார்கள்........நான் முன்னால் கூறியபடி, பூதத்துவ இயலின் முடிவுகளைக் கணித முறையில் சாதாரணமாக நிரூபித்துக் காட்ட முடியாது. இதற்குக் காரணம் அந்த இயலில் அடங்கிய விஷயங்களின் தன்மையேயாகும். நடக்கக்கூடியவைகள் என்ன என்ன என்று சீர்தூக்கிப் பார்ப்பதையே அவை பொறுத்திருக்கின்றன. ஆனால், உண்மைகள் மேலும் சேரச் சேர, அல்லது விளங்க விளங்க, இந்தச் சீர்தூக்கு முறையும் மாறுபடும்; இதுவே அதன் இயல்பு. ஆகவே, ஒரு காலத்தில் நன்கு ஸ்தாபிக்கப்பட்ட ஊக முறை என்று தோன்றும் ஒன்று அதற்கு அடுத்த காலத்தில் ஏறக்குறையப் பிழையுள்ளது என்று ஆகிவிடுவதைக் காணலாம். ஆயினும், இந்த ஊகங்களுக்கு அடிப்படையான எடுகோள்கள் வருஷத்துக்கு வருஷம் மேன் மேலும் நன்றாக விளங்கி வருகின்றன; மேன்மேலும் கடுமையாகச் சோதிக்கவும் படுகின்றன. இப்போது பூதத்துவ இயலில், மிக நன்றாகத் தெரிந்து கொள்ளப்பட்டதாயும் மேன்மேலும் வளர்வதாயும் உள்ள ஒரு பெரிய உண்மைத் தொகுதி சேர்ந்துவிட்டது. வருங் காலத்தில் இனி கண்டு பிடிக்கக்கூடிய எவ்விஷயத்தாலும் அந்தத் தொகுதி அழிந்துவிடாது; சந்தேகமில்லாமல் இன்னும் அதிகமாகப் பெருகி வளரும். இப்போது நன்றாக அறிந்துகொள்ளப்பட்டவை என்று நாம் எண்ணிவரும் பகுதிகளிலும்கூட இனி அறிவொளி வீசப்படலாம்.

ஓரியல் தன்மைக் கொள்கையாளர் - uniformitarians. எக்காலத்திலும் இயற்கை ஒன்று போலவே இருந்திருக்கிறது என்பது இவர்களுடைய கொள்கை. பரிணமவாதிகள் - evolutionists. மாறுதல்கள் சிறிது சிறிதாகத் தோன்றி வந்தன என்பது இவர்களுடைய கொள்கை. கணித முறையில் - mathematical. எடுகோள்கள் - data.

பூதத்துவ-இயலிலும் நாம் ஆராய்ந்த மற்ற விஞ்ஞானங்களிலும் நிகழ்ந்துள்ள முன்னேற்றங்களுக்கு இடையே காணப்படும் மற்றோர் ஒற்றுமையும் சிறப்பாகக் குறிப்பிடத் தக்கது. புதிய கருவிகளையும் புதிய பரிசோதனை முறைகளையும் கவனக்குறிப்பு முறைகளையும் அமைப்பது முக்கியம் என்பதே இது. பாறைகளின் அமைப்பையும் பாஸில்களின் தன்மையையும் ஒப்பிட்டு ஆராய்வது முதல் தரமான முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்று முன்பே குறித்திருக்கிறோம். அடுக்கியலின் வளர்ச்சியை அடிப்படையில் சாத்தியமாக்கிய புதிய கவனக் கருவிகள் என்று அப்பேர்ப்பட்ட காரியங்களைக் குறிப்பிடலாம். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் முதற் பகுதியில் இரசாயனம் பெற்ற வளர்ச்சியானது விஞ்ஞான ரீதியான தாதுப்பொருட் கலையைச் சாத்தியமாக்கிற்று (பக்கம் 367). அது இல்லாவிட்டால், அடுக்குகளிலுள்ள தாதுப் பொருள்களின் இயைபுறுப்புக்களைப் பற்றிய ஆராய்ச்சி யாதொரு பொருளும் இல்லாததாக முடிந்திருக்கும். சற்றே பிற்காலத்தில் (பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இரண்டாம் கால் பகுதியில்) பாறையியல்-மைக்ரோஸ்கோப்பு கையாளப்படத் தொடங்கியது. அதனால் பாறைகளின் பரிசிலனையை முன்னிலும் உறுதியான ஆதாரமுடையதாகச் செய்ய முடிந்தது. இந்த நூற்றாண்டில் பூமிப் பௌதிகர்கள் பல்வேறு கருவிகளை உபயோகப்படுத்தியதால் பல முக்கியமான சங்கதிகள் தெரியவந்திருக்கின்றன. இதுவுமன்றி, உயர்ந்த உஷ்ண நிலைகளிலும் அழுத்தங்களிலும் தாதுப் பொருள்களின் இயைபுறுப்புக்களின் நடத்தையானது சோதனைச்சாலையில் நுணுகி ஆராயப்படுகிறது. மேலும்,

---

தாதுப் பொருட் கலை - mineralogy. இயைபுறுப்பு - constituent. பாறையியல் - petrographiy.

பூதத்துவப் பண்டைப் பழங்காலத்தில் என்ன என்ன நிகழ்ந்திருக்கலாம் என்பதைப் பற்றிக் கொள்ளப்பட்டுள்ள பல்வேறு பாவனைகளைச் சரிபார்ப்பதற்குரிய முறையையும் இந்த ஆராய்ச்சி அளித்திருக்கிறது. பாறைகளின் காலங்களை நிர்ணயிப்பதற்குக் கதிரியக்கம் என்னும் நிகழ்ச்சியை உபயோகிப்பதால் கிடைத்துள்ள விளைவுகள் கிட்டத்தட்டப் புரட்சிகரமானவை. அவைகளைப் பற்றி நாம் யாதொரு வியாக்கியானமும் இவ்விடத்தில் செய்ய வேண்டியது அவசியமில்லை.

மற்ற விஞ்ஞானங்களில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்களால் பூதத்துவ இயலின் முன்னேற்றம் சென்ற ஐம்பது வருஷங்களாக எப்படிப் பாதிக்கப்பட்டிருக்கிறது என்பதற்கு முந்திய பத்தியில் காணப்படும் கடைசி விஷயம் ஒரு நல்ல உதாரணமாக இருக்கிறது. வான-சாஸ்திரம், இரசாயனம், உயிரியல் ஆகியவற்றிலும் இவ்வாறு நடந்திருக்கிறது. இயற்கை விஞ்ஞானங்கள் எனப்படும் ஒரு கோப்பு இக்காலத்தில் பற்பல விஞ்ஞானங்களின் எத்தனையோ இழைகளைச் சேர்த்து நெய்யப்பட்டதாக இருக்கிறது. ஆகையால், புதிய மனக்கோட் திட்டங்கள் ஏற்படுவதாயிருந்தால், அவை ஒரு தனிப்பட்ட துறையின் எடுகோள்களோடு மட்டிலும் இணங்கியிருந்தால் போதுவதில்லை; அவற்றுக்கு மேலும், வேறு பலவற்றோடும் இணங்கியிருக்கவேண்டும். (இதுவன்றிப் புதிய கருத்துக்களும், பரிசோதனைகளால் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவைகளும் எதிர்பாராத் திசைகளில் பயனளிக்கக் கூடும்.) பூதத்துவ இயலில் ஒரு புதிய விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கையால் ஏற்படும் விளைவுகள் இக்காலத்தில் வெளிப்புறங்களில் செய்யப்படும் கவனக் குறிப்புக்களின் சோதனை

கதிரியக்கம் - radio-activity. கோப்பு - fabric.

களுக்கு உட்படவேண்டும். அவ் அளவிலேயே சோதனைச்சாலையில் செய்யப்படும் சோதனைகளுக்கும் அவை உட்படவேண்டியிருக்கும். எந்தக் கற்பிதக் கொள்கையும் இரசாயன, பௌதிக உண்மைகளை எளிய முறையில் இணங்கியிருக்கச் செய்யவேண்டும். அது மட்டுமன்று. அந்தந்த விஞ்ஞானங்களில் நிலைநாட்டப்பட்ட மனக்கோள்களோடு அது முரண்படவும் கூடாது.

இக்காலத்திய பிரச்சினைகள் இரண்டைக் கூறி, வெளியிடத்துக்கும் சோதனைச்சாலைக்கும் ஒன்றோடொன்று உள்ள உறவுக்கு இரண்டு உதாரணங்களைக் காட்டலாம். ஒன்று கருங்கல்லின் உற்பத்தியைப் பற்றியது; மற்றொன்று பெட்ரோலியத்தின் உற்பத்தியைப் பற்றியது. கருங்கல்லை ஒட்டிய மட்டில், ஒரு தாதுப் பொருளின் அமைப்பைப் பற்றி ஒரு கற்பிதக் கொள்கையை அமைக்கலாம் என்பதும், அக்கொள்கையின் சிற்சில குறிப்பிட்ட பிரதேசங்கள் குறிப்பாகக் கவனித்துச் சோதிக்கப்படவேண்டியவையாக இருக்கும் என்பதும் தெளிவு. சோதனைச்சாலையில் சிற்சில இரசாயனக் கூட்டுப் பொருள்களின் நடத்தையைப் பற்றிய பரிசோதனைகளுக்கும் அந்தப் பரந்த கற்பிதக் கொள்கை வழிகாட்டியாக இருக்கலாம். இவ்விரண்டு சந்தர்ப்பங்களிலும் இவற்றை யொட்டிய உண்மைகள் ஏற்கெனவே தெரிந்திருக்கக் கூடும். அப்படியானால், புதிய கருத்தை அமைப்பதற்குக் கவனக் குறிப்புக்களை வேண்டியவாறு முன்பின்னாக அடுக்க மட்டும் வேண்டியிருக்கும். ஆனால், முற்போக்காக உள்ள ஒரு முன்னேற்றத்துக்கு அந்தக் கற்பிதக்கொள்கை துணை செய்யுமானால், வெளியிடங்களிலோ அல்லது சோதனைச்

கருங்கல் - granite. கற்பிதக் கொள்கை - hypothesis. குறிப்பிட்ட - particular.

சாலையிலோ அல்லது அவ்விரண்டு இடங்களிலுமோ புதிய 'உண்மைகள்' கண்டுபிடிக்கப்படும்.

பெட்ரோலியத்தை ஒட்டிய மட்டில், அந்தப் பிரச்சினையானது பூதத்துவ-இயலிலிருந்து அங்கக-இரசாயனத்துக்கும் உயிரியலுக்கும் நம்மை அழைத்துச் செல்கிறது. பெட்ரோலியம் என்பது கார்பன், ஹைடிரஜன் என்பவைகளின் ஒரு சிக்கலான கலவை. இப்பொருள்கள் இயற்றப்பட்ட கால நிர்ணயத்தைப் பற்றியும், பல்வேறு அடுக்குக்கள் சம்பந்தப்பட்ட மட்டில் அப்பொருள்கள் இப்போது காணப்படும் இடத்தைப் பற்றியும் பூதத்துவ நிபுணர்கள் கூறியிருக்கிறார்கள். அவர்கள் சொல்லியதை இப்போது ஒதுக்கிவிட்டு, கார்பனின் உற்பத்தியைப் பற்றிய வேறு சில கற்பிதக் கொள்கைகளைக் கவனிப்போம். இரசாயனி பூதத்துவ-இயலின் அடிப்படை ஒப்புக்கோள்களை ஒப்புக் கொண்டால், ஏராளமாயும் சிக்கலாயும் காணப்படும் கார்பன் கூட்டுப் பொருள்களின் பலவகையான கலவைகள் உற்பத்தியாவதற்குப் பல காரணங்களைக் கூற இயலும். கார்பன் என்னும் மூலகம் அந்த மூலக வடிவிலேயே முற்பொருளாக இருக்கலாம். நீரோடு சேர்ந்து அசிட்டிலீன் என்னும் எளிய ஹைடிரோ-கார்பனை அமைக்கும் கால்சியம் கார்பைடு முதலிய கூட்டுப்பொருள்கள் இடைத் தோன்றியவைகளாக இருக்கலாம். அசிட்டிலீன் கிடைத்துவிட்டால், மிகவும் அதிகமான அழுத்தம் மிக நெடுங் காலமாக உறைத்து வருமானால், பெட்ரோலியத்தைப் போன்ற சிக்கலாக அமைந்த ஹைடிரோ-கார்பன்களின் பலவகையான கலவையை உண்டாகக்கூடும் என்று

அடுக்குக்கள் - strata. முற்பொருள் - precursor. அசிட்டிலீன் - acetylene. ஹைடிரோ-கார்பன் - hydro-carbon. ஹைடிரஜனும் கார்பனுமாக அமைந்த கூட்டுப் பொருள். கால்சியம் கார்பைடு - calcium carbide. இடைத் தோன்றியவை - intermediates.

கற்பனை செய்வதில் அங்கக-இரசாயனிக்கு அதிகக் கஷ்டம் இல்லை. ஆனால், இந்த முறையில் கற்பனையை உபயோகித்தால் இன்னும் ஒரு கற்பனைக் கருத்தை உண்டாக்கத்தான் இடம் தருகிறது.

மற்றும் ஒரு கற்பனையைப் பார்ப்போம். உயர்ந்த உஷ்ண நிலையும் அழுத்தமும் உள்ள சூழ்நிலையில், பிராணிகளின் எச்சங்களின் சிதைவுக்கும் பெட்ரோலியம் உண்டாகியதற்கும் சம்பந்தம் உண்டு என்று அந்தக் கற்பனை கூறுகிறது. சோதனைச்சாலையில் மாதிரிப் பரிசோதனை என்று சொல்லப்படும் இம்மாதிரியான ஒன்றைச் செய்ய இயலும். நீரின் கொதிநிலைக்கு மிக அதிகமான உஷ்ண நிலைவரை மீனை வெப்பமுறச் செய்தால், மேலெழுந்த வாரியாகப் பார்க்கும்போது பெட்ரோலியத்தை ஒருவாறு ஒத்திருக்கும் ஹைடிரோ-கார்பன்களின் கலவை ஒன்று கிடைக்கிறது. இதைப் பார்த்தால், இப்போது கூறிய கற்பனைக்கும் இரசாயன உண்மைகளுக்கும் யாதொரு முரண்பாடும் இல்லை போலிருக்கிறதே என்று தோன்றுகிறது. பெட்ரோலியத்தின் உற்பத்தியைப் பற்றிக் கற்பனையான அபிப்பிராயம் இன்னும் ஒன்று இருந்து வருகிறது. (இக்காலத்தில் இதுவே பொதுஜன சம்மதம் பெற்றுள்ளது.) பழங்காலத்து 'ஆல்காக்கள்' சூரிய வெளிச்சத்தைத் துணைகொண்டு வாயுமண்டலத்திலிருந்து கார்பன் டை-ஆக்ஸைடை ஏற்றுத் தன்மயமாக்கிக் கார்பனை அளித்தன என்பதே இந்தக் கற்பனை. ஆனால், இந்த அபிப்பிராயம் ஒரு சிரமமான நிலையைக் கடந்து செல்ல வேண்டியிருக்கிறது. மேற்கூறிய தொகுப்பின் விளைவாகப் பசிய

அங்கக இரசாயனி - organic chemist. கற்பனைக் கருத்து - speculative idea. எச்சம் - residue. சிதைவு - decomposition. மாதிரிப் பரிசோதனை - model experiment. ஆல்காக்கள் - algae. தன்மயமாக்குதல் - assimilation. கார்பன் - carbon. தொகுப்பு - synthesis.

தாவரங்களில் புரோட்டின், கொழுப்பு, கார்ப்போ-ஹைடிரேட்டு என்னும் பொருள்களே இக்காலத்தில் உண்டாக்கப் படுவதைக் காண்கிறோம். ஆனால், மில்லியன் கணக்கான வருஷங்களுக்கு முன் 'ஆல்காக்களோ' அல்லது மற்றத் தாவரங்களோ, இக்காலத்தில் நாம் சாதாரண விளைவுப் பொருள்கள் என்று எண்ணும் பொருள்களை அமைப்பதற்குப் பதிலாக, ஹைடிரோ-கார்பன்களையே ஏராளமாக அமைத்தன என்ற ஓர் ஒப்புக்கோளை வைத்துக்கொள்ளலாம், வாஸ்தவம்தான். ஆனால், இவ்வகையான ஒப்புக் கோளைப் பார்த்தால், அது பயனற்றதாகத் தோன்றுகிறது. ஏனென்றால், இந்நாளில் அதைப் போன்ற செயல் முறை எதுவும் நிகழ்ந்து வரவில்லை என்னும் ஒரு பாவனையை வைத்துக்கொள்ள வேண்டியிருப்பதால், சோதனைச்சாலைச் சோதனைகளால் அத்தகைய காரியத்தை எவ்விதமாகவும் சோதிக்கமுடியாது. மேலும், பண்டைக் காலத்தில் ஜீவ இரசாயனச் செயலாக நிகழ்ந்து வந்த ஒன்றைப் பற்றிய பாவனையின் உண்மையைப் பூதத்துவ இயலை ஒட்டிய சில கவனக்குறிப்புக்களின் மூலமாகத் தெரிந்துகொள்ள முடியும் என்று தோன்றவில்லை.

பெட்ரோலியத்தின் உற்பத்தியைப் பற்றிய இந்தப் பிரச்சினை இங்கே சுருக்கமாகக் கூறப்பட்டது. இப்படிக் கூறியதற்குக் காரணம் பூதத்துவ-இயலின் சட்டகத்துக் குள்ளே அடங்கும் கற்பனைகளை எவ்வளவு எளிதாக அமைக்கக்கூடும் என்பதை விளக்குவதும், பரந்த கற்பிதக் கொள்கைகளை அமைப்பதே இவ்வளவு சிரமாக இருக்கும் போது மனக்கோட் திட்டங்கள் என்னும் பெயரால் பெருமை பெறும் கருத்துக்களைத் தோன்றச் செய்வது

புரோட்டீன் - protein. கொழுப்பு - fat. கார்போ-ஹைடிரேட்டு - carbo-hydrate.

இன்னும் எவ்வளவு கஷ்டமாக இருக்கும் என்பதைக் காட்டுவதுமே ஆகும். பெட்ரோலியத்தின் உற்பத்தியைப் பற்றி நமக்கு இப்போது கிடைக்கும் சான்றுகளைச் சுருக்க மாகக் கூற முயலுவது இங்கே பொருத்தமாக இராது. ஆனால், நான் வரைந்து காட்டிய சித்திரம் ஒருகால் மிகவும் குழப்பமுடைய சித்திரமாக இல்லாமல் இருக்கும்பொருட்டு பெட்ரோலியத்தின் பல்வேறு மாதிரிகளில் காணப்படும் சிற்சில சிக்கலான கார்பன் கூட்டுப்பொருள்களைப் பார்த் தால், அவை (i) தாவரத்தின் பிராணித் திசுவிலிருந்து, முழுதுமோ அல்லது ஒரு பகுதியளவிலோ, உண்டாகி யிருக்கின்றன என்றும், (ii) அந்தப் பொருள்கள் எக்காலத் திலும் உயர்ந்த உஷ்ண நிலைகளுக்கு உள்ளாகாமலே இருந்திருக்கலாம் என்றும் தெரிகிறது. சோதனைச் சாலைப் பரிசோதனைகளையோ அல்லது புதிய பூதத்துவ-இயல் கவனக் குறிப்புக்களையோ பயனாக விளை விக்கவல்ல கருத்துக்கள் இந்தத் துறையில் ஏராளமாக இடம் பெறக்கூடும் என்று தோன்றுகிறது. அப் பேர்ப்பட்ட கருத்துக்களுக்குக் காரணமான கற்பனை கள் மட்டுமே உபயோகமுள்ளவையாக இருக்கும். அப்படி இல்லாமலிருந்து, மனம்போனபடி யெல்லாம் கற்பனையை ஓடவிட்டால், அது ஒரு வினோதப் பொழுதுபோக்காக முடியுமே தவிர, அதிலிருந்து அதற்குமேல் யாதொரு பயனும் உண்டாகாது.

உயிருள்ள வியக்திகளின் உற்பத்தியும் பரிணாமமும்

ஒவ்வொன்றுக்கும் தொடக்கம் என்பது ஒன்று உண்டு என்பது விவேக ரீதியில் நமக்குத் தெரிகிறது.

பிராணித் திசு - animal tissue. சட்டகம் - framework. உயிருள்ள வியக்திகள் - living entities. உற்பத்தி - origin. பரிணாமம் - evolution.

அந்தக் கருத்தை விஞ்ஞானத் துறையிலும் பயன்படுத்துகிறோம். 'இந்தப் பிரபஞ்சமும், இந்தக் கிரகமும், உயிரும் ஏதோ ஒரு காலத்தில் உற்பத்தியா யிருக்க வேண்டும்' என்ற ஒரு பாவனையை நாம் சாதாரணமாக வைத்துக் கொள்ளுகிறோம். இந்தப் பாவனை பலமான ஆட்சேபணைக்கு இடமில்லாததுதானா என்பது விவாதிக்கக்கூடிய தான ஒரு விஷயம் என்றுவது சொல்லலாம். ஆனால், அது ஒரு பரந்த காரியக் கற்பிதக் கொள்கையின் ஓர் உறுப்பாக இருப்பதால், மிகவும் ஐயப்பாடு உடையவரும் தம்முடைய மனத்திலாவது அதை ஒப்புக்கொள்வதுதான் நியாயம் என்றே தோன்றுகிறது. இந்தப் பிரபஞ்சம், இந்தக் கிரகம் ஆகியவற்றின் உற்பத்தியைப் பற்றிய கருத்துக்கள் வான-பௌதிக விஞ்ஞானிகளுக்கும் வானசாஸ்திரிகளுக்கும் உரிய துறை என்று சாதாரணமாகக் கருதப் பட்டுவரும் பகுதியைச் சார்ந்தவையாக இருக்கின்றன. இவற்றையும், இவற்றை ஒத்த பிரச்சினைகளையும் பற்றி இந்த விஞ்ஞானிகள் அக்கறை கொண்டிருக்கும் அளவுக்கு, காலத்தின் மிகப் பெரிய பரிமாணங்களை இன்றியமையாத இயைபுறுப்பாக உள்ள சில மனக்கோட் திட்டங்களைக் கொண்டு, அவர்கள் செயல் புரிந்து வருகிறார்கள். சிருஷ்டியைப் பற்றிய கொள்கைகள் வானசாஸ்திர உண்மைகளோடும் பௌதிக உண்மைகளோடும் இணங்கியிருக்கவேண்டும் என்பது தெளிவு: அவை பயன் விளைவிக்கக் கூடியவையாய் இருப்பது அவசியம் என்பதைப் பற்றி நாம் மறுபடியும் வற்புறுத்த வேண்டிய அவசியமே இல்லை.

பிரபஞ்சம் - universe. கிரகம் - planet. வான பௌதிக விஞ்ஞானி - astro-physicist. வான சாஸ்திரி - astronomer. காலத்தின் மிகப் பெரிய பரிமாணங்கள் - vast magnitudes of time. இன்றியமையாத இயைபுறுப்பு - essential component.

விஞ்ஞானத்தின் முறைகளைப் பற்றி நான் சொல்லி வந்த இந்த விருத்தாந்தத்தில் வானசாஸ்திரத்தைப் பற்றிய சர்ச்சையையும் சேர்த்துக் கொள்ள முடியவில்லை. ஆகவே, பிரபஞ்ச சிருஷ்டியைப் பற்றிய கஷ்டமான பிரச்சினைகளை இங்கே கவனிக்காமல் விட்டுவிடப் போகிறேன். இந்தத் துறையில் இப்போது வழங்கிவரும் கற்பனைக் கருத்துக் களையும் கற்பிதக் கொள்கைகளையும் பற்றி வினவாமல் விட்டு விட்டு, உயிரின் உற்பத்தியிலும் வளர்ச்சியிலும் அக்கறை கொண்டுள்ள உயிரியல் நிபுணர்களின் வேலையைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறி, இந்த அத்தியாயத்தை முடிக் கப் போகிறேன். இங்கே தெளிவில்லாக் கற்பிதக்கொள்கை களுக்கும் பயன் விளைவிக்கும் மனக்கோட் திட்டங்களுக் கும் உள்ள வேற்றுமைகளைத் தெளிவாகக் காட்டமுடியும். உயிரின் உற்பத்தியைப் பற்றி நாம் மனத்தால் கற்பனை செய்யலாம். ஆனால், எனக்குத் தெரிந்த வரை, காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள் என்ற அளவிலாவது கூறக்கூடிய கருத்துக்களை அதிகமாக ஒருவரும் எடுத்துக் கூறியதில்லை. இதற்கு எதிரிடையாக, டார்வின் காலம் முதற்கொண்டே பரிணாமத்தைப் பற்றிய கருத்துக்கள் மனக்கோட் திட்ட மாக அமைந்துவிட்டன; ஏறக்குறைய அளவு கடந்த பயனை யும் விளைவித்து வருகின்றன.

உயிரின் உற்பத்தியைப் பற்றிய புதிய அபிப்பிராயங் களை 'அணுவுக்குப் பத்து' என்று வாங்கலாம். ஆனால், அவைகளை விசாலமான காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகளாக எப்படி உருமாற்ற முடியும்? இந்நாளில் வழங்கிவரும், மிகவும் வேறுபட்ட, இரண்டு வகையான எண்ணங்களைப் பாருங்கள். (அவற்றை எண்ணங்கள் என்று சொல்ல

டார்வின் - Darwin. பரிணாமம் - evolution. அணுவுக்குப் பத்து - A dime a dozen.

வேண்டுமே தவிர, அதற்கு மேலாக அவற்றை மதிப்பதற்கில்லை.) ஒருபுறம், உயிர் தொடங்கிய காலத்தில் பூமியில் இருந்த கார்பன் கூட்டுப்பொருள் (வாயு மண்டலத்தில் தனிப்பட்டோ, அல்லது பாறைகளில் கூட்டுப் பொருளாகவோ) கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு என்ற ஒன்று மட்டுமே இருந்தது என்பது பழங்கால அபிப்பிராயம். இந்த ஒப்புக்கோள் அங்கீகரிக்கப்பட்டதாக வைத்துக் கொள்வோம். நாம் இப்போது அறிந்துள்ளபடி, உயிர் என்பதற்குச் சர்க்கரைகள், அமீனோ - அமிலங்கள் என்ற பொருள்கள் இன்றியமையாதவை. அந்தப் பொருள்களாகக் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடு எப்படி மாறி அமைந்திருக்கக் கூடும் என்பதைப் பற்றிக் கற்பனை செய்ய முடியும். சில விசேஷ வகையான பாக்டீரியாக்கள் சூரிய வெளிச்சத்தை உபயோகப்படுத்தாமல் கார்பன் டை-ஆக்ஸைடை உட்கிரகிக்கத் துணைபுரிகின்றன அல்லவா? அவை இக் காரியத்தில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கலாம் என்று கூறப்படுகிறது. ஒளிச் சேர்க்கைக்குத் தேவையான பசிய நிறப் பொருள் இச் செயலுக்குப் பின்பே வளர்ச்சி பெற்றது என்றும் நாம் கற்பனை செய்யலாம். ஆனால், அதற்கு மேலாக உள்ள கற்பனைகள் சிற்சில இரசாயனத் துறையைச் சார்ந்த கஷ்டங்களில் அகப்பட்டுக் கொள்ளுகின்றன. சமீப காலத்தில் மாற்றுக் கற்பிதக் கொள்கை ஒன்று எடுத்துக் கூறப்பட்டிருக்கிறது. கற்பனைக் கருத்து என்னும் வகையில் பார்த்தால், இதுவும் முந்தியதைப்போல் நியாயமாகவே தோன்றுகிறது. உயிர் தொடங்குவதற்கு வெகு காலத்துக்கு முன்னமேயே கார்பன் டை-ஆக்ஸைடைக் காட்டிலும் மிக மிகச் சிக்கலாக அமைந்த கார்பன் கூட்டுப் பொருள்களின்

சர்க்கரைகள் - sugars. அமீனோ-அமிலங்கள் - amino-acids. பசிய நிறப் பொருள் - green colouring matter. மாற்று - alternative.

பெருந் தொகுதி ஒன்று நமது பூமியில் இருந்தது என்று அது பாவனை செய்கிறது. அப்பேர்ப்பட்ட கலவையில் சாமானிய அமீனோ-அமிலங்களும் ஆல்டிஹைடுகளும் சர்க்கரைகளோடு உறவுடைய கீட்டோ அமிலங்களும் அடங்கியிருந்தால், உயிருள்ள அங்கஜீவிகள் தோன்றுவதற்கு முன் தாவரங்களில் உள்ள பசிய நிறப் பொருள்களைப் போன்ற சிக்கலான மூலக்கூறுகள் அமையக்கூடும் என்று எண்ண முடியும். ஆனால் ஒன்று; கவனக்குறிப்புக்கோ அல்லது பரிசோதனைக்கோ வழிகாட்டிகளாக உள்ள விளைவுகள் எவையாவது இந்தக் கருத்துக்களிலிருந்து உண்டாகின்றனவா? 'ஆம்; சோதனைச்சாலையில் செய்யப்படும் மாதிரிகைப் பரிசோதனைகள் உண்டாகின்றன அல்லவா?' என்று விடை சொல்லலாம். அப்படியானல், மிகவும் நல்லதாயிற்று. ஆனாலும், எச்சரிக்கையாக இருக்கும் வாசகர்கள் உயிர் எப்படித் தொடங்கியது என்பதைப் பற்றிய பிரச்சினைகளைக் குறித்துப் பெரிய கேள்விக் குறிகளை வரிசையாக இடுவார்களே தவிர, வேறொன்றும் செய்ய மாட்டார்கள்.

இந்த விஷயத்தைப் பற்றி நமக்குத் தெரிந்ததெல்லாம் மிக மிகக் குறைவானது. ஆயினும், மிகவும் பண்டைக் காலத்தில் இருந்த தாவரங்களின் மூதாதைகளைப் பற்றி நாம் ஒரு பயன்விளை மனக்கோட் திட்டத்தை ஒருநாளுமே கூற முடியாது என்று சொல்லுவது ஓர் ஏதுவில் கூற்றாகும் என்று நான் உறுதியாகச் சொல்லுவேன். நம்முடைய அறியாமையின் எல்லைகளை முளையடித்துக் காட்டும்போதும்,

ஆல்டிஹைடு - aldehyde. கீட்டோ அமிலங்கள் - keto acids. மூலக்கூறு- molecule. பெரிய கேள்விக்குறிகளை வரிசையாக இடுவார்கள்-register a series of large question marks. (ஒவ்வொரு படியையும் பற்றிச் சந்தேகப் படுவார்கள் என்பது பொருள்) மூதாதைகள் - precursors. பயன்விளை - fruitful. ஏதுவில் கூற்று - dogmatic statement. முளையடித்து - staking.

நம்முடைய அறிவின் நிச்சயமில்லாத் தன்மையின் அளவைக் குறிப்பிடவேண்டும் என்று வற்புறுத்தும் போதும், பழங்காலத்தை விஞ்ஞான முறையில் ஆராய்வதில் நாம் தோல்வி மனப்பான்மையை மேற்கொள்ளாதவர்களாக இருப்பது மிகவும் அவசியம். பாறைகளின் வயதுகளோடு இணங்கப் பொருந்தியவையாகக் காணப்படும் ஒரே ரீதியான எடுகோள்கள் தாதுக்களைப் பகுத்தாராயும் புது வகையான இரசாயன முறையின் மூலமாக நமக்குக் கிடைக்கக்கூடும் என்று இரண்டு தலைமுறைகளுக்கு முன்னால் ஒருவராவது முற்கூட்டியே சோதிடம் சொல்லியிருக்க முடியாது. இரசாயனிகளும், தொல்பொருட் கலைஞர்களும் சேர்ந்து உழைத்த காரணத்தால், பண்டைக் கால மனிதன் இயற்றிய கலைப் பொருள்கள் சிலவற்றின் காலத்தை நிர்ணயிப்பதில் ஒருவகையான கார்பனின் கதிரியக்கம் மிக அற்புதமாக உபயோகப்படப்போகிறது என்று ஒருவராலும் முற்கூட்டித் தெரிந்துகொண்டிருக்க முடியாது, அல்லவா ?

சென்ற அரை-நூற்றாண்டில் விஞ்ஞான வளர்ச்சிகளை எவ்வளவு சுறுசுறுப்போடும் சுதந்தரத்தோடும் செய்து வந்தார்களோ அதை ஒத்தவாறே அடுத்த ஐம்பது ஆண்டுகளிலும் நடத்திவந்தால், பூதத்துவ நிபுணர்களும், பிரபஞ்ச சிருஷ்டி நிபுணர்களும் இப்போது வழங்கும் மனக்கோட் திட்டங்கள் மிகவும் மாறுபாடு அடையும் என்பது அநேகமாக நிச்சயம். இந்த நூற்றாண்டின் மீதியுள்ள பகுதியில் (மேலே குறிப்பிட்ட சமூக நிலைகளுக்கு உட்பட்டு) ஒரு விஞ்ஞானக் கருத்தின் கதி என்ன ஆகும் என்று முற்கூட்டியே சோதிடம் சொல்லுவதே அதன்

இணங்கப் பொருந்தியவை - correlated. ஒரேரீதியான - consistent. தொல்பொருட் கலைஞர்கள் - archaeologists. கதிரியக்கம் - radio-activity. உண்மை - truth.

உண்மையைப் பற்றி (உண்மை என்ற சொல்லினால் யதார்த்தமாக உள்ள ஒரு நிலையோடு உள்ள சம்பந்தம் குறிப்பிடப்படுமானால்) மனத்தால் கற்பனை செய்வதைவிட லாபகரமாக இருக்கும் என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. ஏனென்றால், 'யதார்த்தம்' என்பது என்ன என்று கவனிக்கப்போனால், தத்துவ சாஸ்திரக் கஷ்டங்களில் நாம் சிக்கிக்கொள்ளுவோம். இந்த நோக்காகப் பார்த்தால், அணு-மூலக்கூறுக் கோட்பாட்டின் சென்ற நூறு வருஷங்களாக அழியாமலிருந்த பகுதி அடுத்த ஐம்பது வருஷங்களிலும் அழியாமலிருக்கும் என்று நான் துணிந்து சோதிடம் கூறுவேன். நியூட்டிரான்கள், புரோட்டான்கள், எலெக்டிரான்கள் ஆகியவற்றைக் குறித்து நாம் கொண்டிருக்கும் கருத்துக்களைப் பற்றி எனக்கு அவ்வளவு நிச்சயமில்லை. நாம் வினவும் கோட்பாட்டின் சரித்திரத்தின் தன்மையாலும், அக்கோட்பாடு நெடுங் காலமாக வழங்கிவந்திருக்கும் காரணத்தாலும், அப்படிச் சோதிடம் கூறுவதற்கு ஆதாரம் இருக்கிறது. இனி, பண்டைக்கால ஆராய்ச்சியைச் சற்றே பார்ப்போம். அடுக்கியலைப் பற்றி இப்போது ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டுவரும் பொது விவரங்கள் வருங் காலத்தில் அதிகமாக மாறப்போவதில்லை என்று நாம் சோதிடம் கூறலாம். ஆனால், கருங்கல், பெட்ரோலியம், உயிர் ஆகியவற்றின் உற்பத்தியை ஒட்டிய வினாக்களைப் பற்றி, 1950ல் வழங்கிவரும் கருத்துக்கள் 2000ம் வருஷத்துக்கு முன்னரே விசித்திரமாகவும் பழமை வாய்ந்ததாகவும் தோன்றிவிடும் என்றே நான் நம்புகிறேன்.

கற்பனைக் கருத்துக்களை விட்டுவிட்டு, பயன்வினை மனக்கோட் திட்டத்தைப் பார்ப்போம். அப்படிச் செய்

யதார்த்தம் - reality. நியூட்டிரான் - neutron. புரோட்டான் - proton. எலெக்டிரான் - electron. அடுக்கியல் - stratigraphy. கருங்கல் - granite.

வதற்கு உயிரின் உற்பத்தியைப் பற்றிய வினவை விட்டு விட்டு, ஒளிச் சேர்க்கை புரியும் பல இனத் தாவரங்களின் பரிணாமத்தையும், அந்தத் தாவரங்களை உண்டு உயிர்வாழும் பிராணிகளின் பரிணாமத்தையும் பற்றிய பிரச்சினைக்குத் தாண்டினால் போதும். பிரபஞ்ச சிருஷ்டியைப் பற்றிக் கிறிஸ்துவ உலகம் கொண்டுள்ள நோக்கின்மீது டார்வினின் கருத்துக்கள் மோதிய விவரத்தைச் சர்ச்சை செய்வதானல், இந்த நூலின் முக்கியக் கருத்தை விட்டு நெடுந் தூரம் விலகிச் செல்ல வேண்டி வரும். ஆனல், விஞ்ஞானத்தின் யுக்தி தந்திரங்களைப் பற்றி நான் செய்த பகுத்தாராய்வில் பரிணாமக் கோட்பாடு எங்கு எவ்வாறு இடம் பெறுகிறது என்பதைக் குறித்துச் சில மொழிகள் சொல்வது பொருந்தும். இப்போது காணப்படும் தாவர இனங்கள் எந்நாளிலும் மாருத் தன்மையுள்ளவைகளாக இருக்கும்படி ஏதோ ஒரு பண்டைக் காலத்தில் சிருஷ்டிக்கப்படவில்லை என்னும் அடிப்படையான கருத்து டார்வின் புதிதாகக் கூறியது அன்று. ஓர் இனத்திலிருந்து மற்ருேர் இனமாக ஆவதற்கான மாறுபாடுகளை அமைக்கும் ஏற்பாட்டு முறையைப் பற்றி இன்னும் சிற்சில விசாலக் காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகளைக் கூறியதே டார்வின் செய்த காரியம் எல்லாம். ஆகையால், டார்வினுடைய வாழ்நாளின் முடிவில், பரிணாமத்தைப் பற்றிய மனக்கோட் திட்டத்தைத் தக்கவாறு பகுத்தாராய்வதாக இருந்தால், அப்போது ஒரு விசாலக் காரியக் கற்பிதக் கொள்கையையோ அல்லது ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தையோ மட்டும் கவனித்தால் போதாது; அப்பேர்ப்பட்டவை பலவற்றைக் கவனித்தாக வேண்டியிருக்கும்.

ஒளிச் சேர்க்கை புரியும் - photosynthetic. பிரபஞ்ச சிருஷ்டியைப் பற்றிய நோக்கு - cosmological outlook. யுக்தி தந்திரங்கள் - tactics and strategy. ஏற்பாட்டுமுறை - mechanism.

கிறிஸ்துவச் சான்றுகளைச் செயலளவில் தீவிரமாகப் பொருள்படுத்துவோருக்குப் பரிணாமக் கோட்பாடினால் (இந்த மனக்கோள்களின் தொகுதிக்கு இட்ட பெயரே இது) ஏற்பட்ட சிரமங்களை விட்டு விட்டு, சென்ற நூறு ஆண்டுகளின் சரித்திரத்தைப் பார்த்தால், அந்தப் புதிய மனக்கோட் திட்டத்தைத் தோற்றுவிப்பதில் உயிரியல் நிபுணர்களுக்கும் தொல்லுயிர் நிபுணர்களுக்கும் எத்தனையோ சிரமமான பிரச்சினைகள் எதிர்ப்பட்டன என்பது தெரியும். பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் இறுதி வாக்கில் இவைகள் எல்லாமாகத் திரண்டு ஒன்று சேர்ந்தன. பண்டைக் காலத்தில் நிகழ்ந்தவை என்ன என்று டார்வின் கூறிய கருத்துக்களால் அமைந்த மனக்கோட் திட்டத்தைப் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் பரம்பரை ஏற்பாட்டு முறையைப் பற்றிக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்களோடு இணங்கச் செய்ய வேண்டியிருந்தது. மெண்டெல் செய்த அடிப்படையான வேலை அந்த நூற்றாண்டின் கடைசி வாக்கில் மறுபடியும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டது. அந்தப் பரம்பரைக் காரிய ஆராய்ச்சியின் முடிவுகளாகக் கிடைத்த சில விஷயங்களோடு டார்வின் கூறிய பரிணாமத் திட்டத்தின் ஒப்புக்கோள்களில் சிலவற்றை இணங்கச் செய்வது மிகவும் கஷ்டமாக இருக்கும்போல் தோன்றிற்று. ஆனபோதிலும், இந்த நூற்றாண்டில், அதிலும் விசேஷமாகச் சென்ற இருபது ஆண்டுகளுக்குள், ஒருபுறம் தொல்லுயிர் நூலிலிருந்தும், மற்றொரு புறம் பரம்பரைக் காரிய ஆராய்ச்சியிலிருந்தும் சான்றுகளை அற்புதமாகவும் வெற்றிகரமாகவும் குவியச் செய்திருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது.

உயிரியல் நிபுணர் - biologist. தொல்லுயிர் நிபுணர் - paleontologist. பரம்பரை ஏற்பாட்டு முறை - mechanism of heredity. மெண்டெல் - Mendel. பரம்பரைக் காரிய ஆராய்ச்சி முடிவுகள் - findings of genetics. பரிணாமத் திட்டம் - scheme of evolution.

'பெனிசிலின்' முதலிய மருந்துகளால் இயற்றப்பட்ட சூழ்நிலையில் ஏற்பட்ட மாறுபாடுகளுக்கு இணங்கச் சிற்சில பாக்டீரியாக்கள் தம்மை எப்படி அமைத்துக் கொள்ளுகின்றன என்பதை நிஜமாக நிரூபித்துக் காட்ட முடிகிறது. உயிரியல் துறையில் மாறுபாடு யதார்த்தமாகவே நிகழ்கிறது என்று ஐயப்பாடுள்ள ஆராய்ச்சியாளருக்குக் காட்டுவதற்கான மிகவும் நம்பிக்கையுள்ள சான்றாக இது ஒரு கால் இருக்கும் என்று சொல்லலாம். இனங்களின் உற்பத்திக்குக் காரணம் கூறும்பொருட்டு நவீனப் பரிணாமவாதிகள் வழங்கும் ஒப்புக்கோள்களாக உள்ள ஏற்பாட்டு முறைகள் உண்மையில் நடக்கக்கூடியவைதான் என்று இதனால் முடிவாகி விட்டது. நவீன நோக்கைப் பற்றிச் சுருக்கமாகக் கூறிய விருத்தாந்தத்தைத் தெரிந்துகொள்ளச் சிலருக்கு அக்கறை இருக்கலாம். அப்படியுள்ளவர்கள் பாம்பரை ஆராய்ச்சித் துறையின் முன்னணியில் உள்ள ஒருவர் 1950 ஜனவரியில் **ஸையென்டிபிக் அமெரிக்கன்** பத்திரிகையில் பாமரர்களுக்கென்று எழுதிய கட்டுரையைப் படிப்பது நலம். அவ்விஷயத்தைப் பற்றி மேற்கொண்டு தெரிந்து கொள்ள ஆசைப்படுபவர்களுக்கு ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி எழுதிய **பரம்பரை, கிழக்கும் மேற்கும்** என்னும் சிறிய நூலையும், அதே ஆசிரியர் எழுதிய **பரிணமம் : நவீனத் தொகுப்பு** என்னும் சற்றே பெரிய நூலையும் நான் மறுபடியும் சிபாரிசு செய்வேன். இந்த நூல்களை ஜாக்கிரதையாகப் படித்தால், வெவ்வேறு வழியாகக் கிடைக்கும் சான்றுகள் வெற்றிகரமாக ஓரிடத்தில் குவி

பெனிசிலின் - penicillin. பாக்டீரியா - bacteria. இனங்களின் உற்பத்தி - origin of species. ஸையென்டிபிக் அமெரிக்கன் – *Scientific American*. ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி - Julian Huxley. பரம்பரை, கிழக்கும் மேற்கும் - *Heredity, East and West*. பரிணமம். நவீனத் தொகுப்பு - *Evolution. The Modern Synthesis*.

கின்றன என்பது அவர்களுடைய மனத்தில் பதியும். பாஸில் எச்சங்களை ஒன்றோடொன்று ஒப்பிட்டு ஆராய்வதை அடிப்படையாகக் கொண்டவை ஒரு சில; தாவரங்களையும் பிராணிகளையும் கொண்டு அவற்றின் ஈனுமுறைகளை ஒட்டிய பரிசோதனைகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை வேறு சில; ஆயுட்காலம் மிகக் குறுகியவைகளாயும், மிக மிகச் சிறு கால அளவிலேயே பல சந்ததிகளை ஈனுபவைகளாயும் உள்ள சூக்கும-அங்கஜீவிகளில் உண்டாகும் மாறுபாடுகளை அடிப்படையாகக் கொண்டவை மற்றும் சில.

ஆகையால், இப்போது பார்த்தால், பரிணமக் கொள்கை முன்னால் எந்தக் காலத்திலும் இருந்ததைவிட இக்காலத்தில் உறுதியாக நிலைத்துவிட்டதுபோல் தோன்றுகிறது. ஆனால், அது இன்னும் மனக்கோட் திட்டமாகவே இருக்கிறது. நாம் விஞ்ஞானத்தைப் பகுத்தாராய்ந்தது சரிதான் என்றால், அத் திட்டம் (அ) தெரிந்துள்ள உண்மைகளை எல்லாம் சுருங்க விளக்கும் தன்மையாலும், (ஆ) புதிய கவனக்குறிப்புக்கள் பரிசோதனைகள் ஆகிய பயன்களை விளைவிக்கும் தன்மையாலுமே அத் திட்டத்தை நாம் மதிப்பிடவேண்டும். 'ஆனால் அது உண்மைதானா?' என்று நெஞ்சுறைத்த வாசகர்கள் விசாரிக்கலாம். நான் சொல்லப் போவதைக் கேட்டு உங்களுக்குச் சலிப்பு ஏற்படலாமாயினும், நான் இதை மீண்டும் ஒருமுறை சொல்லுவேன். விஞ்ஞான மனக்கோளையும், மனக்கோட் திட்டங்களையும் எச்சரிக்கையாக நோக்குவதாக இருந்தால், இப்படிப்பட்ட வினாக்களுக்குச் சொல்லக்கூடிய விடை வருங்காலத்தில் விஞ்ஞானம் செல்லக்

பாஸில் எச்சங்கள் - fossil remains. ஈனுமுறை - breeding. சந்ததி - generation. சூக்கும அங்கஜீவிகள் - microscopic organisms.

கூடிய போக்கு இம்மாதிரியாக இருக்கக் கூடும் என்று முற்கூட்டிச் சொல்வதேயாகும். இந்நாளிலிருந்து ஐம்பது ஆண்டுகளுக்குப் பின், ஹக்ஸ்லி 'நவீனத் தொகுப்பு' என்று கூறும் விஷயம் அந்நாளில் நவீனமாக இல்லாது போய்விடும். ஆயினும், 'இது ஒரு லாபகரமான திசையில் நிகழ்ந்த ஒரு திருப்திகரமான முன்னேற்றம்' என்பதாகக் கருதப்பட்டுவரும் என்பது என் அபிப்பிராயம். சுருங்கக் கூறின், கோபர்னிக்கஸ், நியூட்டன் என்பவர்கள் இயற்றிய புரட்சிகளைப் போலவே, டார்வின் இயற்றிய புரட்சியும் மிகவும் வெற்றிகரமான ஒரு புதிய மனக்கோட் திட்டத்தின் உதயத்தைக் குறிப்பதாக அக்காலத்திலும் கருதப்படும்.

பல வாசகர்களுடைய மனத்தில் கிடந்து உறுத்திக் கொண்டே இருக்கும் ஒரு வினவுக்கு விடை சொல்லும் பொருட்டு ஒரு பத்தியை இங்கே சேர்ப்பது அவசியம். சரித்திரமும் விஞ்ஞானமும் வெவ்வேறு வகையான காரியங்களானல், தொல்பொருட் கலையைப் பற்றி என்ன சொல்வது? அந்தக் கலை எல்லைப் புறத்தைச் சேர்ந்தது என்பதே என்னுடைய விடை. ஒரு கோடியில் அது விஞ்ஞானத்தைத் தொட்டுக்கொண்டே இருக்கிறது. அங்கே ஐயப்பாடுடையவர்கள் காணுவதெல்லாம் மனக்கோட் திட்டத்தைத் தவிர வேறில்லை. மறுகோடியில் அது பதிவு செய்யப்பட்ட சரித்திரத்துக்குப் பிற்சேர்வாக உள்ளது. அங்கு மானிட இனத்தின் பண்டைக் காலக் காரியங்களைப் புனரமைப்பாக அமைத்த சித்திரத்துக்கு உள்ள சான்றுகள் போதியவையா என்பதை மட்டும் ஐயப்பாடுடையவர் வினவுவதாக இருக்கும். சரித்திரத்துக்கு முற்காலம், ஆதி சரித்

ஹக்ஸ்லி - Huxley. நவீனத் தொகுப்பு - modern synthesis. கோபர்னிக்கஸ் - Copernicus. நியூட்டன் - Newton. டார்வின் - Darwin, தொல்பொருட் கலை - archaeology, பதிவு செய்யப்பட்ட சரித்திரத்துக்குப் பிற்சேர்வு - a supplement to recorded history.

திரம் என்றெல்லாம் சில வேளைகளில் கூறப்படும் துறைகளில் அக்கறை கொண்டவர்கள் சில பத்தாயிரம் ஆண்டுகளுக்கு முன் வாழ்ந்த மனிதர்களைப் பற்றித் துண்டு துண்டாகக் கிடைக்கும் சான்றுகளைக் கையாள முயலுகிருர்கள். சரித்திர ஆசிரியர்களின் முயற்சிகள் பாமர வாசகருக்கு எவ்வகையான செய்திகளை அளிக்கின்றனவோ அவ்வகையான செய்திகளை இந்த விஞ்ஞானிகளின் கருத்துக்கள் அளிப்பதில்லை. பலவகைப்பட்ட பிரச்சினைகள் ஏற்பட்டபோது, அக்காலத்து மக்களின் பிரதிக்கிரியைகள் எவ்வகையாக இருந்தன என்பதைக் காட்டும் பிரஸ்தாபமே இருக்க முடியாது. புராதன மனிதனுடைய வாழ்க்கையைப் புனரமைப்பாக அமைத்துப் பார்ப்பதால் நமக்கு 'ஆயுள் கூடிவிடுவது' இல்லை. இதிலுள்ள கவர்ச்சியெல்லாம் விஞ்ஞான ரீதியானது; ஆனல், பூதத்துவ-இயலில் போலவே இதிலும் கற்பிதக் கருத்துக்கள் மிதமிஞ்சிய வேகத்தோடு பொது ஜனங்களுக்கிடையே பரவக்கூடும். சரித்திரத்துக்கு முற்பட்ட தொல்பொருட் கலையில் பரந்த காரியக் கற்பிதக் கொள்கைகள் சென்ற நூற்றுண்டு முழுதும் பரிணமித்து வந்திருக்கின்றன, சந்தேகமில்லை. ஆனல், புராதன மனிதர்கள் என்று சொல்லப்படுபவர்கள் சம்பந்தப்பட்ட மட்டில், அக் கொள்கைகள் மனக்கோட் திட்டங்களின் பதவிக்கு உயர்ந்துவிட்டனவா என்று வினவலாம். உயிர் உற்பத்தியானதைப் பற்றி நமக்குத் தெரிவதைவிட மனிதன் உற்பத்தியானதைப் பற்றித் தெரிந்தது அதிகமாக இருக்கலாம்; ஆனல், எனக்கு இதைப் பற்றிச் சந்தேகம். அது எப்படி இருந்தாலும், விவேக ரீதியாக நோக்கும்போது, ஜாக்கிரதையாக ஆராய்பவர் அவ்விரண்டு

சரித்திரத்துக்கு முற்காலம் - prehistory. ஆதிசரித்திரம் - proto-history. பிரதிக்கிரியை - reaction.

பிரச்சினைகளும் விஞ்ஞானத் துறையைச் சேர்ந்தவை என்று கருத வேண்டுமே தவிர, சரித்திரத் துறையைச் சேர்ந்தவையாக அவற்றைக் கருதலாகாது. ஆனால், தொல் பொருட் கலை என்னும் பரந்த துறையின் உள்ளே, காலம் என்பது ஓர் இயைபுறுப்பாக உள்ள மனக்கோட் திட்டங் களைச் சரித்திர அறிவிலிருந்து பாகுபாடு செய்து பிரிக்கும் வரையறைக் கோட்டை ஒருவர் தம் மனம்போல் எங்கு வேண்டுமானாலும் வரைந்து கொள்ளலாம். அப்படிப் பிரிக்கும் கோடு அதைக் கவனிப்பவரின் நம்பிக்கையையோ அல்லது ஐயப்பாட்டையோ பெரும்பான்மையும் பொறுத்த தாக இருக்கும்.

அத்தியாயம் பதினொன்று

தொழில்முறையின் மீதும் வைத்தியத்தின் மீதும் விஞ்ஞானத்தின் தாக்கு

முந்தின அத்தியாயத்தில் நாம் பண்டைக்கால ஆராய்ச்சியைக் கவனித்தோம். அப்போது நாம் கவனித்தது கோட்பாட்டையே தவிர, நடைமுறையை அன்று. அப்படியிருந்தபோதிலும் கூட அது மிகவும் விவாதத்துக்கு உரிய ஒரு துறையாகவே காணப்பட்டது. வாஸ்தவத்தில், மனிதனுடைய இயற்கையையும் விதியையும் பற்றி வாசகர்கள் என்ன என்ன நம்பிக்கைகள் கொண்டிருக்கிறார்களோ அவைகளைப் பொறுத்தே நான் அங்கு எழுதியவைகளை அவர்கள் மதிப்பிடுவார்கள். நான் சரித்திரத்தில் சற்றே சுற்றித் திரிந்ததைத் தொடர்ந்து, மனிதனைப் பற்றிய விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியை—மானிடக் கலை, உள நூல், சமூகக் கலை ஆகியவற்றை—கவனிப்பதற்காக ஒரு தனி அத்தியாயம் எழுதியிருந்தால், வாசகர்களுடைய அமைதி இன்னும் அதிகமாகக் குலைக்கப்பட்டிருக்கும். அப்படிச் செய்திருந்தால், 'வறுக்கும் வாணலியிலிருந்து சீறும் நெருப்பில் குதித்தது' போலப் பண்டைக்காலத்திலிருந்து இக் காலத்துக்குத் தாண்டிக் குதித்திருப்பேன். வாஸ்தவத்தில், அப்படிப்பட்ட சுவாலையால் எரிக்கப்படவேண்டும் என்னும் உத்தேசம் எனக்குச் சிறிதுகூட இல்லை. ஆகையால், சமூக வாழ்க்கை புரியும் பிராணி

மானிடக்கலை - anthropology. உள நூல் - psychology. சமூகக்கலை - sociology. சமூக வாழ்க்கை புரியும் பிராணி - social animal.

என்னும் நிலையில் மனிதனைப் பற்றிய விஞ்ஞான ரீதியான ஆராய்ச்சியில் இயற்கை-விஞ்ஞானங்களைப் பற்றி நான் செய்த பகுத்தாராய்வு எவ்வளவில் பயன்படக்கூடும் என்று அடுத்த(கடைசி) அத்தியாயத்தின் சிலபகுதிகளில் மட்டும், பட்டும் படாமலும், சர்ச்சை செய்ய முயலுவேன்.

இந்த அத்தியாயத்திலும், அடுத்த அத்தியாயத்திலும் இப்பொழுது அக்கறை கொள்ள வேண்டிய நடைமுறைக் காரியங்களைப் பற்றி—ஒரு சுதந்திர சமூகத்தில் தூய ஆராய்ச்சியையும் பயன்படு ஆராய்ச்சியையும் திட்டம் செய்வதையும், அதற்குப் பண உதவி அளிப்பதையும், அப்பேர்ப்பட்ட ஏற்பாட்டு முறைகள் தொழில் துறை, வைத்தியம், போர் ஆகியவற்றில் உதவுவதையும் பற்றி—முக்கியமாகக் கவனிக்கப்படும். ஆனபோதிலும், இப்பொழுது நாம் பரிசிலனை செய்து முடித்த விஷயங்களைக் காட்டிலும் இனிக் கவனிக்கப்படப் போகும் விஷயங்கள் விவாதத் தன்மையில் சிறிதும் குறைவுபட்டவை அல்ல. இந்த உதாரணத்தில் வெளித் தோன்றும் அபிப்பிராய பேதங்கள் வேதாந்த மனச் சாய்வுகளைப் பொறுத்தவையாய் இருப்பதில்லை. ஆனால் அவை பலவகைப்பட்ட சமூகத் தத்துவங்களையும் பொறுத்தவையாக இருக்கின்றன. நிகழ்காலத்தைப் பற்றி நான் கூறப்போகும் யோசனைகளும்—கம்யூனிஸ்டுக்கு ஒருவகை, பிரிட்டிஷ் தொழிற்கட்சி இடதுபக்க அங்கத்தினருக்கு ஒரு வகை, மாறுத புதுத்திட்ட வாதிக்கு (அப்பேர்ப்பட்டவர் யாராவது இன்னும் இருந்தால்) ஒரு வகை, அஞ்ஞான வாதியான அரசியல் வாதிக்கு ஒரு வகை என்று—பலருக்குப் பலவகையாகத் தோன்றும்.

வேதாந்த மனச்சாய்வுகள் - theological prejudices. கம்யூனிஸ்டு - Communist. இடதுபக்க அங்கத்தினர் - left wing member. மாறுத புதுத்திட்டவாதி - orthodox New Dealer. ஜான் டி. ப்ளின் - John T. Flynn. அஞ்ஞானவாதி - agnostic.

வாஸ்தவத்தில், சென்ற முந்நூறு ஆண்டுகளில் நிகழ்ந்திருக்கும் விஞ்ஞான சரித்திரத்தை வெவ்வேறு வகையான அரசியல் அபிப்பிராயம் உடையவர்கள் வெவ் வேறு வகையாகக் காணுவார்கள். உதாரணமாக, விஞ் ஞானமும் சமூகமும் ஒன்றின் மீது ஒன்று இயற்றும் விளைவுகளைப் பற்றி மார்க்ஸ் கொள்கையினர் கூறும் விளக் கத்தைப் பார்ப்போம். சரித்திர உண்மைகளில் ஒரு குறிப்பான சிலவற்றை எழுத்தாளர்களின் ஒரு வர்க்கத் தினர் வற்புறுத்துகிறார்கள்; பிறகு, வருங்காலத்தைப் பற்றி மூலாதாரமான சில ஆலோசனைகளைக் கூறுகிறார்கள். அவர்கள் சரித்திரத்தைக் கவனித்து அறிந்தவைகளையும் அவர்கள் கூறும் ஆலோசனைகளையும் எதிர்க்கட்சியினர் தவறு என்று ஆட்சேபிக்கிறார்கள். இந்தப் போர் கிரேட் பிரிட்டனில் இரண்டாவது உலக மகா யுத்தம் தொடங்கு வதற்குச் சற்று முன்னால் தொடங்கிற்று. பதினேழாம் நூற்றாண்டுச் சரித்திரத்தில் முரண்பட்டுக் காணப்படும் இவ்விரண்டு எதிரிடையான விளக்கங்களில் கருத்துடைய வர்கள் ஜி. என். கிளார்க்கு எழுதிய **நியூட்டன் காலத் தில் விஞ்ஞானமும் சமூக நலமும்** என்னும் நூலைப் படிக்கலாம். அது இந்த விவாதத்தை மார்க்ஸ் கட்சியைச் சேராத ஒரு நிலையிலிருந்து கவனிக்கிறது.

இந்த விவாதம் அதிக அளவில் கீழ் வருபவைகளைப் பொறுத்திருக்கிறது. (அ) தூய விஞ்ஞானத்துக்கும் பயன்தரு விஞ்ஞானத்துக்கும் பேதம் இருப்பதற்கு ஏதா வது நியாயம் உண்டா என்பது, (ஆ) விஞ்ஞானம் அனைத் தின் வருங்காலப் போக்கைச் சமூகம் எப்படிப் பாதிக்க

மார்க்ஸ் கொள்கையினர் - Marxists. **கிரேட் பிரிட்டன்** - Great Britain. **ஜி. என். கிளார்க்கு** - G. N. Clark. **நியூட்டன் காலத்தில் விஞ்ஞானமும் சமூக நலமும்** - *Science and Social Welfare in the Age of Newton.*

வேண்டும் என்பது. நடைமுறைக் கலைகளின் வளர்ச்சியி லிருந்து தனிப்பட்டதும், அதிலிருந்து பேதப்படுவது மான ஒரு முயற்சி என்னும் கருத்து ஒப்புக்கொள்ளத் தக்கது என்பதை மார்க்ஸின் தத்துவத்தைப் பின்பற்றுப வர்கள் பொதுவாக ஆட்சேபித்து வருகிறார்கள். இந்த நோக்கின்படி, 'விஞ்ஞானத்தின் அகன்ற முன்னணியின் முற்போக்கானது நிகழ்காலச் சமூக அவசியங்களுக்கு அது பயன்படுவதையே பெரும்பாலும் ஒட்டியிருக்கிறது' (விஞ்ஞானத் தொழிலாளிகளின் சங்கத்தால் வெளியிடப் பட்ட **விஞ்ஞான வளர்ச்சி** என்னும் துண்டுப் பிரசுரத்தி லிருந்து இந்த மேற்கோள் எடுக்கப்பட்டது). விஞ் ஞானத்தின் சரித்திரத்தை அந்தப்படி செய்த விளக்கத்தி லிருந்து பின்வரும் முடிவு எளிதாகப் பெறப்படுகிறது.

'யுத்தத்துக்குப் பிற்கால வாழ்வில் புனரமைப்புக் காரியங்கள் விஞ்ஞானத்துக்குப் பல அவசரமான பிரச்சினை களை அளிக்கும். **இந்தப் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதில் விஞ்ஞானம் எத்துணை சீராகத் தொழில் புரிகிறதோ அத்துணை அளவில் மட்டுமே அது முன்னேற்றம் அடையும்.** இதிலிருந்து முற்றும் தொழிற்சாலைக் காரி யங்களையே செய்துவரவேண்டும்; அதன் பொருட்டு அடிப்படையான ஆராய்ச்சியை விட்டுவிட வேண்டும் என்று சுட்டுவதாக எண்ணிவிடக்கூடாது. (விஞ்ஞானத் துறை யில் இப்படிச் செய்வது குறை கூறத்தக்க காரியம்; அது விஞ்ஞானம் தற்கொலை புரிந்துகொள்வதற்குச் சமமாகும்.) சமூகம் முழுவதின் நலம் கருதி, விஞ்ஞான முயற்சிகளைக் கையாளும் எல்லாத் துறைகளிலும் ஒழுங்கான திட்டத்தை வகுக்கவேண்டும் என்று அது சுட்டுகிறது.

விஞ்ஞானத் தொழிலாளிகளின் சங்கம் - Association of Scientific Workers. விஞ்ஞான வளர்ச்சி - *The Development of Science.*

விஞ்ஞானத் தொழிலாளிகளின் சங்கம் கூறிய இந்த விவரணத்திற்கு விஞ்ஞானச் சுதந்தரச் சங்கத்தின் கொடியின் கீழ் எப். எஸ். டெய்லர் பின்வருமாறு விடை சொல்லுகிறார் (சந்தர்ப்பத் துண்டுப் பிரசுரம்: ஏப்ரல், 1945):

'ஆனால் விஞ்ஞான முயற்சிகள் கையாளப்படும் எல்லாத் துறைகளிலும் ஓரளவாவது ஒழுங்கான திட்டம் என்றால் என்ன....? ஏதாவதொரு அதிகாரி (கமிஸ்ஸார்) வந்து, "பாஸ்போ-டங்ஸ்ட்டேட்டுகளின் படிக அமைப்பைப் பற்றிய இந்த ஆராய்ச்சிகளுக்கும் சமூகத்தின் நலத்துக்கும் யாதொரு சம்பந்தமும் இல்லை—நீ போய் வேறு ஏதாவதொரு காரியத்தைப் பார்" என்று சொல்ல வேண்டுமா?'

விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரத்தைச் சீராக நோக்கி அறிந்ததைப் பற்றியும், நவீன உலகத்தில் 'தூய' ஆராய்ச்சியின் ஸ்தாபனத்தைப் பற்றியும் உள்ள இந்தச் சர்ச்சை இங்கிலாந்தில் பத்தாண்டுகளுக்கு மேலாக நடந்துவருகிறது. அந்த நாட்டில், அதைப் போலவே, மிகவும் முன்னணியில் இருந்து வரும் அரசியல் துறை பொருளாதாரத் துறை ஆகியவை சம்பந்தமான மிகப் பரந்த வினாக்களோடும் அந்தச் சர்ச்சைக்குத் தொடர்பில்லாமல் இல்லை. விஞ்ஞானத் தொழிலாளியின் சுதந்திரம் என்னும் அடிப்படையான பிரச்சினையோடும் அதற்குத் தொடர்பு இருக்கிறது. தொழில்துறைப் பெருமுயற்சிகளிலும், அரசியல் இலாகாக்களிலும், ஸ்தாபனங்களிலும், பல்கலைக்கழகங்களிலும் ஆராய்ச்சிக்கு ஓர் ஒழுங்கான திட்டத்தை நன்றாக

விஞ்ஞானச் சுதந்திரச் சங்கம் - The Society for Freedom in Science. எப்.எஸ். டெய்லர் - F.S. Taylor. சந்தர்ப்பத் துண்டுப் பிரசுரம் - *Occasional Pamphlet*. கமிஸ்ஸார்-Commissar. பாஸ்போ-டங்ஸ்டேட்டு - Phosphotungstate. படிகம் -crystal.

அமைப்பது எப்படி என்னும் வினவை இது எழச் செய்கிறது.

விஞ்ஞானம், புத்தமைப்பு ஆகியவற்றில் மாறிவரும் மதிப்பு

நடைமுறைக் கலைகளுக்கும் நவீன விஞ்ஞானத்தின் உற்பத்திக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தைப் பற்றிய என்னுடைய சொந்த அபிப்பிராயங்களை முந்திய அத்தியாயம் ஒன்றில் ஏற்கெனவே கூறியிருக்கிறேன் (பக்கம் 82). பதினேழாம் நூற்றாண்டில் பரிசோதனைத் தத்துவம் பிறந்த பின்பு விஞ்ஞானத்தில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்கள் நடைமுறைக் கலைகளின் வளர்ச்சியின் மீது நன்கு ஆதிக்கம் பெறத் தொடங்குவதற்கு மிக நெடுங்காலம் ஆகவேண்டியிருந்தது. தங்களுடைய பரிசோதனைகளிலிருந்தும் தாங்கள் பின்பற்றிய புதுவகைத் தத்துவ சாஸ்திர முறைகளிலிருந்தும் பெருகக்கூடிய நடைமுறை நலன்களின் மீது பதினேழாம் நூற்றாண்டு விஞ்ஞானிகள் மிகவும் நம்பிக்கை கொண்டிருந்தார்கள். ஆனபோதிலும் அவர்களுக்குக் கிடைத்த விளைவுகள் ஆச்சரியப்படும்படியான அளவில் இல்லை.

பௌதிக விஞ்ஞானங்களையும் அவைகள் பயன்படும் வகைகளையும் நாம் ஒரு கணம் கவனிப்போம். தொழிற் புரட்சியின் தொடக்க நிகழ்ச்சிகளுக்குப் பிறகு பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில் என்ன நடந்தது என்று கவனிப்பது கவர்ச்சிகரமான ஒரு விஷயம். இரும்புத் தொழிலின் பரிணாமத்தைப் பார்த்தால், வார்ப்பிரும்பைச் செய்வதற்குக் கல்கரியை உபயோகிக்கும் உலைகளை ஸ்மீட்டன் அபிவிருத்தி செய்தது (1780), எஃகின் புடக்குகைச் செய்முறையின்

வார்ப்பிரும்பு - cast iron. **கல்கரி** - coke. **ஸ்மீட்டன்** - Smeaton.
எஃகின் புடக்குகைச் செய்முறை - crucible steel process.

புத்தமைப்பு, தகடாகும் இரும்பை (விறைப்பிலா எஃகு) அமைப்பதற்காகக் கார்ட்டு கண்டுபிடித்த துழாவல் முறை, உலோக-வார்ப்பு நிலையங்களில் வாட்டு அமைத்த நீராவி எஞ்ஜினைக் கொணர்ந்தது (1790ஐ அடுத்த ஆண்டுகள்), என்பவை போன்ற முக்கியமான படிகளைக் குறித்துவருகிறோம். பின்பு, 1796ல் கிரேட் பிரிட்டனில் இயற்றப்பட்ட வார்ப்பிரும்பு 125,000 டன்னுகை—அதற்கு ஒரு பத்தாண்டுக்குமுன் இயற்றப்பட்டதின் இருமடங்காக—பெருகிவிட்டது என்னும் விஷயத்தை அழுத்திக் கூறுகிறோம். இந்தத் தொழிற் புரட்சி வளர்ந்து வந்துகொண்டிருந்த பொழுது, விஞ்ஞானமும் அது போலவே விரைவாக முன்னேறி வந்தது. அந்த இரண்டு பெருமுயற்சித் துறைகளிலும் ஈடுபட்டவர்கள் ஒருவரோடொருவர் தொடர்புடையவர்களாக இருந்தார்கள். அப்படியிருந்தும், இரும்புத் தொழிலின் அபிவிருத்தியும், நீராவி எஞ்ஜின் வளர்ச்சியும்கூட, முன்னேற்றத்தால் அதிகம் லாபமடையவில்லை. ஆயிரத்துத் தொண்ணூறை அடுத்த ஆண்டுகள் வரை லவாய்சியேயின் புதிய இரசாயனம் பொதுவாக ஒப்புக்கொள்ளப்படவில்லை என்பது நினைவிருக்கலாம் (பக்கம் 323). ஆகையால், வார்ப்பிரும்பு, தேனிரும்பு, எஃகு ஆகியவற்றுக்குள்ள அடிப்படையான இரசாயன பேதங்கள் தெரிந்து கொள்ளப்படுவதற்கு முன்னமேயே, இரும்பையும் எஃகையும் இயற்றுவதில் ஏற்பட்ட எல்லா முற்போக்குகளும் நிகழ்ந்து விட்டன. (அவற்றின் பௌதிகப் பண்புகளில் காணப்படும் வித்தியாசங்கள் அவற்றில் அடங்கிய கார்பனின் அளவிலுள்ள வித்தியாசங்களைப் பொறுத்திருக்கின்றன). நடைமுறை மக்களின்

தகடாகும் இரும்பு - malleable iron. விறைப்பிலா எஃகு - mild steel கார்ட்டு - Cort. துழாவல் முறை - puddling process. உலோக வார்ப்பு நிலையம் - foundry. வாட்டு - Watt. தேனிரும்பு - wrought iron.

அனுபவ-வாயிலான 'வெட்டிப் பார்' முறைகள் அக் காலத்தில் விஞ்ஞானத்தால் அதிகம் பாதிக்கப்படவில்லை. நடைமுறைக் கலைகளில் காணப்பட்ட அனுபவ-அறிவின் அளவு அந்தக் காலத்திலும் கூட ஏறக்குறைய நூறு சத வீதமாக இருந்து வந்தது.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டானது நியூட்டன் செய்த 'பெரும் பிணைப்பு' ஆதிக்கம் பெற்றிருந்த காலம், சந்தேக மில்லை. இயந்திர-இயலையும் வான சாஸ்திரத்தையும் இணைத்து, அவர் ஒரு புதிய சிருஷ்டித் தத்துவத்தை வெளியிட்டார். அறிவுலகம் முழுவதிலும் அது பிரும் மாண்டமான அளவில் ஆதிக்கம் பெற்றிருந்தது. கற்றறி மக்கள் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றிக் கொண்டிருந்த மனப் பான்மை முழுவதும் ஒரு நூறு ஆண்டுகளில் முற்றிலும் மாறிவிட்டது. சூரிய மத்திய வாதம் உண்மையா, பொய்யா என்ற வினவைப் பற்றிக் கலிலீயோ திருச்சபையோடு போராடிய வரலாறு இதற்குள்ளேயே பழங்கதை ஆகி விட்டது. அரசாங்கச் சங்கமும் பிரான்சு நாட்டு அக்கா டமியும் பல தலைமுறைகளாகத் தொழில் புரிந்திருந்தன. புதிய கருத்துக்களையும் புதிய பரிசோதனைகளையும் பதிவு செய்வதற்கு அவை வெளியிட்ட விஞ்ஞானப் பத்தி ரிகைகளே பலரும் ஒப்புக்கொண்ட சாதனங்களாக இருந் தன. பற்பல கட்டுரைகளைப் படிப்பதற்கும், சர்ச்சை செய்வதற்கும் இந்தச் சங்கங்களின் கூட்டங்கள் ஏற்ற வாய்ப்புக்களை அளித்தன. ஆனல், இக்காலத்துப் பரிமா ணப்படி பார்த்தால், அப்போது விஞ்ஞானத் துறையிலே

வெட்டிப் பார் - cut-and-try, பெரும் பிணைப்பு - great synthesis. புதிய சிருஷ்டி தத்துவம் - new cosmology. சூரிய மத்திய வாதம் - helio-centric theory. கலிலீயோ - Galileo. திருச்சபை - Church. அரசாங்கச் சங்கம் - Royal Society. பிரான்சு நாட்டு அக்காடெமி - French Academy. சாதனங்கள் - media.

சுறுசுறுப்பாக ஆராய்ந்து வந்தவர்களின் எண்ணிக்கை மிகமிக நுண்ணியது என்பதை நாம் நினைவு வைத்துக் கொள்ள வேண்டும்; மேலும், அவர்கள் எல்லோரும் அடிப் படையில் அமெச்சூர்களாகவே இருந்தார்கள்.

ஆனபோதிலும், பத்தொன்பதாம் நூற்றுண்டின் நடுப் பகுதி வாக்கில் இந்தக் காட்சி மாறிக் காண்கிறது. தூய விஞ்ஞானம் சம்பந்தப்பட்ட மட்டில், ஒரு நவீன காலத்தில் நாம் அடி வைத்துவிட்டதுபோல் தோன்று கிறது. அப்போதும்கூட அமெச்சூர்களே அறிவு தானம் செய்து வருகிருர்கள். ஆனுல், அவர்கள் செய்யும் காரி யத்தின் அளவு விரைவாகக் குறைந்துகொண்டே வரு கிறது. லண்டன் நகரத்தில் உள்ள அரசாங்க ஸ்தாபனத் தில் (ரம்போர்டுப் பிரபுவின் பண உதவியால் நிறுவப் பட்ட விசித்திர ஸ்தாபனம்; ஸர் ஹம்ப்ரி டேவியால் ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலையாகவும் மாற்றி அமைக்கப் பட்டது) உள்ள ஒற்றை-மனித ஆராய்ச்சி நிலையத்தை மைக்கேல் பாரடே நடத்தி வருகிருர். ஐரோப்பாக் கண் டத்தில் இரசாயனம், பௌதிகம், இயற்கை விஞ்ஞானம், வைத்தியம் ஆகியவற்றின் பேராசிரியர்கள் ஆராய்ச்சியில் சுறுசுறுப்பாக நன்கு ஈடுபட்டிருக்கிருர்கள். விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி மிகச் சுறு சுறுப்பாக வேலை செய்யும் ஒரு புதிய வாழ்க்கையைத் தொடங்குவதற்கு ஏற்ற நிலையில் ஆக்ஸ் பர்டும் கேம்பிரிட்ஜும் இருந்துவருவதற்கான வசதியை அமைக்கும்படி பார்லிமெண்டு விரைவில் ஒரு சீர்திருத் தத்தை இயற்றப்போகிறது. ஒரு நூற்றுண்டுக்கு முந்திய காலத்தோடு நாம் ஒப்பிட்டுப் பார்த்தால், சுறுசுறுப்பாக வேலைசெய்யும் விஞ்ஞானிகளின் எண்ணிக்கை பல மடங்கு

அமெச்சூர் - amateur. அரசாங்க ஸ்தாபனம் - Royal Institution. ரம்போர்டு பிரபு - Count Rumford. ஸர் ஹம்ப்ரி டேவி - Sir Humphrey Davy. மைக்கேல் பாரடே - Michael Faraday.

அதிகமாகக் காண்கிறது. அந்த நூற்றாண்டின் மூன்றாவது கால்பகுதி முடிவு பெறுவதற்கு முன்னால், ஐரோப்பாக் கண்டத்திலும் யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸிலும் போலவே, கிரேட் பிரிட்டனிலும் கலாசாலைத் துறையில் விஞ்ஞானம் உறுதியாகத் தங்கி வாழத் தொடங்கப் போகிறது.

இவைகள் எல்லாவற்றையும்விட மிகவும் முக்கிய மானவை என்னவென்றால், இரசாயனத் தொழில்துறையில் விஞ்ஞானம் உட்புகுந்ததும், விஞ்ஞான விஷயங்களைக் கண்டு பிடித்ததின் விளைவாக மின்சாரத் தொழில்கள் ஸ்தாபிக்கப்பட்டதும் ஆகும். ஜெர்மனியில், இந்தத் தொழில்துறை வளர்ச்சி 1880ஐ அடுத்த ஆண்டுகளின் வாக்கில் ஒரு தொடர்பை இயற்றின. அது காரணமாக, நன்கு பயிற்சி பெற்ற எத்தனையோ மாணவர்களுக்கும், டாக்டர் பட்டம் பெற்றவர்களுக்கும் வேலைக்கு வசதிகள் கிடைத்தன. விஞ்ஞானமும் ஒரு தொழிலாகக் கருதப் படத் தொடங்கிற்று; சிறிது முன்னேறவும் செய்தது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் கடைசியில் பார்த்த போது, விஞ்ஞானத் துறையில் பிரசித்தி பெற்றவர்களின் ஜாபிதாவில் அமெச்சூர்களின் பெயர்களைக் காண்பதுதான் அரிதாக இருந்ததே தவிர, விஞ்ஞானத்தைத் தொழிலாகக் கொண்டவர்களின் பெயர்களைக் காண்பது அன்று. பல் கலைக் கழகங்களிலும், தொழில்துறையிலுமே, விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியை ஓர் உத்தியோகம் என்று பலரும் ஒப்புக் கொள்ளும் நிலை ஏற்பட்டுவிட்டது; கட்டட எஞ்ஜினியரிங், இயந்திர எஞ்ஜினியரிங், மின்சார எஞ்ஜினியரிங் என்று பயன்தரு விஞ்ஞானம் உருப்பெற்று, மேன்மேலும் அதிக மான உழைப்பாளிகளைச் சேர்த்து வந்தது.

பதினெட்டாம் நூற்றாண்டில், புத்தமைப்புத் துறையில் ஒருவர் வெற்றிபெற வேண்டுமானால், அவர்

வியாபாரத் துறையில் துணிவுள்ளவராயும் அனுபவ-வாயிலான பரிசோதனைத் துறையில் திறமையுள்ளவராயும் இருப்பது அவசியமாயிருந்தது. (வாட்டு என்பவருக்கு அதிருஷ்டவசமாகப் போல்ட்டன் என்னும் வியாபாரக் கூட்டாளி கிடைத்தார். அவருடைய துணை கிடைக்கா திருந்தால், வாட்டு ஒரு நாளும் வெற்றியடைந்திருக்கப் போவதில்லை.) பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இரண்டாம், மூன்றாம் கால் பகுதிகளில் கிளைத்தெழுந்த மின்சாரத் தொழில் துறைகளில் மார்க்கதரிசிகளாக இருந்தவர்களைப் பற்றியும் இது பெரும்பான்மையும் உண்மையாகவே இருக்கிறது. ஆனால், இந்தத் துறையில் பரிசோதனைகளைச் செய்வதற்கு ஒரு தொடங்கு தானத்தையாவது மின்சார - விஞ்ஞானம் அளித்தது. ஸீமென்ஸ் என்பவரின் ஜீவ சரித்திரம் இதற்கு ஒரு நல்ல உதாரணம். (மின்சார எஞ்ஜினியரிங் துறையிலும், எஃகை இயற்றும் துறையிலும் முன்னேற்றங்களை இயற்றியதன் நிமித்தமாக அவர் புகழ் பெற்றவர்.) அவருடைய வாழ்க்கையைக் கவனித்தால், அது ஒருபுறம் வாட்டின் வாழ்க்கைக்கு எதிரிடையாக இருப்பதும், மற்றொரு புறம் நவீன ரேடியோ-தொழிலின் சரித்திரத்தை இயற்றியவர்களின் வாழ்க்கைக்கு எதிரிடையாக இருப்பதும் தெரியும்; இது ஒரு ரசமான விஷயம்.

விஞ்ஞானத்தின் பயன்தரு செயல்கள் தொழில் துறையிலும், அன்றாட வாழ்க்கையிலும் புரட்சிகளை இயற்றப் போகின்றன என்பதற்குச் சான்றுகள் அதிகரித்து வந்தன. ஆயினும் பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் இரண்டாம்

அனுபவ வாயிலான பரிசோதனையில் திறமையுள்ளவர் - a skillful empirical experimenter. வாட்டு – Watt. போல்ட்டன் - Boulton. மின்சாரத் தொழில் . துறை - electrical industry. ஸீமென்ஸ் - Siemens. எஃகு - steel.

பகுதியில் விஞ்ஞானத்தை முன்னேறச் செய்து வந்தவர்கள் இவற்றைச் சந்தோஷமாக வரவேற்கவில்லை. புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட இரசாயன விஷயங்களை விவசாயத் துறைக்குள் கொணர்ந்தவர்களாகிய லீபிக் முதலியோரைப் போன்ற விஞ்ஞானிகளும் முந்திய தலைமுறையைச் சேர்ந்தவர்களே. அவர்களும் பாரடேயும் கூடப் பயன்தரு துறைகளில் வந்துகொண்டும் போய்க் கொண்டுமிருக்க மனமுடையவர்களாக இருந்தார்கள். ஆனால், சிற்சில இடங்களில், தொழில் துறையைக் குறித்து ஒரு தீண்டாமை மனப்பான்மை அறிவுத் துறையில் தோன்றி வளரத் தொடங்கிற்று. தூய விஞ்ஞானத்துக் கும் பயன்படு விஞ்ஞானத்துக்கும் உள்ள வேற்றுமை யானது, தூய விஞ்ஞானம் சிரமமானதும் கம்பீரமானதும் என்றும், பயன்படு விஞ்ஞானம் எளிதானதும் இழிவான தும் கூட என்னும் ஒரு வேற்றுமையாக ஆகிவிட்டது. சுருங்கக் கூறின், புத்தமைப்புக்களை இயற்றியவர்களை விஞ்ஞானிகள் ஏளனமாக நோக்கினார்கள். புத்தமைப் பாளர்களும் இதே வகையான மரியாதையையே பலகாலும் விஞ்ஞானிகளுக்குக் காட்டி வந்தார்கள். நடைமுறை அனு பவமில்லாதவர்களாயும் கோட்பாட்டில் ஊறியவர்களாயும் இருந்த பரிசோதனையாளர்களையும் கணித நிபுணர்களை யும் புத்தமைப்பாளர்கள் ஏளனமாக நடத்தினார்கள்.

முதல் வகையான அசட்டு அவமரியாதை காட்டும் ஐம்பத்துக்கு ஒரு வேடிக்கையான உதாரணமாக ஜேம்ஸ் கிளார்க்கு மாக்ஸ்வெல் 1878ல் கேம்பிரிட்ஜ் பல்கலைக்

லீபிக் - Liebig. பாரடே - Faraday. புத்தமைப்பாளர் - inventors. நடைமுறை அனுபவம் இல்லாத - impractical. கோட்பாட்டில் ஊறிய - theoretical. அசட்டு அவமரியாதை - snobbery. ஜேம்ஸ் கிளார்க்கு மாக்ஸ் வெல் -James Clerk Maxwell. கேம்பிரிட்ஜ் - Cambridge.

கழகத்தில் டெலிபோனைப் பற்றிப் பிரசங்கம் செய்தபோது கூறிய தொடக்க வாக்கியங்களைக் காட்டலாம். அப் பேராசிரியர் தூய விஞ்ஞானத்தின் முன்னேற்றத்துக்கு அறிவுத் துறையில் கண்டுபிடித்துக் கூறிய விஷயங்களின் நிமித்தம் புகழ்பெற்றவர். அலெக்ஸாந்தர் கிரஹாம் பெல் இயற்றிய புரட்சிகரமான புத்தமைப்புக்களைப் பற்றி அவர் சொல்லியது பின்வருமாறு :

"பேசும் ஒருவர் தாம் இருக்கும் ஓர் இடத்திலிருந்து நூற்றுக் கணக்கான மைல்களுக்கு அப்பால் உள்ள ஓர் இடத்தில் கேட்கக் கூடியவாறு தெளிவாய் உச்சரிக்கப் படும் மனிதக் குரலின் ஒலிகளை மின்சார மூலமாகச் செலுத்துவதற்கான ஒரு வழி கண்டு பிடிக்கப்பட்டது" என்னும் செய்தியானது இரண்டு வருஷங்களுக்கு முன்னால், அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்தின் மறு கரை யிலிருந்து கிடைத்தது. அப்போது அந்த அறிக்கை உண்மையான ஆதாரம் உடையது, நம்பக்கூடியது என்று நம்முள் சிலருக்கு நம்புவதற்கு இடம் இருந்தது. உடனே அமைப்புத் திறனின் வெற்றிச் சிகரம் ஒன்றைக் காணப் போகிறோம் என்றும், ஸர் வில்லியம் தாம்ஸனின் "வடி குழாய்ப் பதிவுக் கருவி" சாதாரண மணிக் கயிற்றைக் காட்டிலும் உணர்ச்சியிலும் நுட்பத்திலும் எவ்வளவு மேலானதாக உள்ளதோ, அவ்வளவு அதிகமாக அந்தப் பதிவுக் கருவியைக் காட்டிலும் மேலான கருவி ஒன்றை நாம் காணப்போகிறோம் என்றும், நம்முடைய கற்பனைகள் வேலை செய்யத் தொடங்கின. கடைசியாக, இந்தச் சிறிய கருவி தோன்றிற்று. அதன் பகுதிகளில் ஒவ்வொன்றும்

டெலிபோன் - telephone. அலெக்ஸாந்தர் கிரேஹாம் பெல் - Alexander Graham Bell. அமைப்புத்திறன் - constructive skill. வெற்றிச் சிகரம் - triumph. ஸர் வில்லியம் தாம்ஸன் - Sir Willian Thomson. வடிகுழாய்ப் பதிவுக் கருவி - siphon recorder.

நமக்குத் தெரிந்ததே. ஒரு சாமானிய அமெச்சூரும்கூட அவற்றை ஒன்றாகப் பொருத்திவிடக் கூடும். ஆகையால், அந்தக் கருவியின் எளிமையான தோற்றத்தைக் கண்டதும், நமக்கு ஏற்பட்ட ஏமாற்றம் கொஞ்சநஞ்சம் அன்று. அந்தக் கருவியால் வாஸ்தவமாகவே பேச முடிந்தது என் பதைக் கண்ட பின்பும் கூட அந்த ஏமாற்றம் ஓரளவு மட்டிலுமே நிவர்த்தியாயிற்று.'

பின்னர், அதே பிரசங்கத்தில் மாக்ஸ்வெல் சொன்ன தாவது: 'டெலிபோனைப் புத்தமைப்பாக இயற்றிய பேராசிரியர் கிரேஹாம் பெல் என்பவர் ஒரு தகரத் தட்டை எப்படிப் பேசச்செய்யலாம் என்பதற்கு ஒரு வழி யைக் கண்டுபிடிப்பதைக் கருத்தாகக்கொண்ட மின்சார நிபுணர் அன்று. தமக்கு லாபம் கிடைக்கும் பொருட்டாக மின்சாரத் துறையில் இறங்கிய ஒரு பிரசங்கியே அவர்.'

சுமார் 1825 முதல் 1925 வரை உள்ள காலத்தை விஞ்ஞானப் புத்தமைப்பு சிர்பெற்றோங்கிய காலம் என்று சொல்லலாம். அந்தக் காலத்தில் வேலை செய்துவந்த புத்தமைப்பாளர்களின் சிறப்பியல்புகளில் ஒன்று அவர்கள் அனேகமாகத் துணைக்கு ஆள் இல்லாமலே தனியாக வேலை செய்யக்கூடும் என்று இருந்த தன்மையாகும். அந்நாளில் தானியம் கொட்டிவைக்கும் ஒரு களஞ்சிய அறையோ அல் லது ஒரு கூரைப்புறச் சிற்றறையோ வேண்டும்; அதோடு ஒருவருக்குப் பாங்கில் சிறிது பணமும் வேண்டும்; இவற்றோடு கற்பனையும் திட மனவுறுதியும் விடாமுயற்சியும் அவரிடம் சேர்ந்திருந்தால் போதும். இந்நாளில் இவ் வளவும் பலிக்காது. பொது நோக்காகப் பார்த்தால், தனி யாக வேலை செய்துவந்த புத்தமைப்பாளருக்குப் பதிலாக,

---

மாக்ஸ்வெல் - Maxwell. விஞ்ஞானப் புத்தமைப்பு - scientific invention. கற்பனை - imagination. திடமனவுறுதி - tough - mindedness.

பயன்தரு ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலை—அதாவது, விஞ்ஞானத்திலும் தொழிற் கலையிலும் நன்கு பயிற்சி பெற்ற அறிஞர்களின் தொகுதி—வேலை செய்யத் தலைப்பட்டு விட்டது. விஞ்ஞான முன்னேற்றமும் தொழிற்கலை அபிவிருத்தியும் சேர்ந்து உருகி ஒன்றாகியதன் விளைவே இது. வெவ்வேறு வகையான திறமைகளும் அறிவும் உடைய மற்றப் புத்தமைப்பாளர்களோடு ஒரு புத்தமைப்பாளர் பங்காளியாகச் சேர்ந்துகொள்ள வேண்டியது கட்டாயமாக ஏற்பட வேண்டிய நிலை ஆகிவிட்டது. இதன் விளைவாக, அவர்களுக்குத் தேவையாக உள்ள கருவி அமைப்புக்களையும் சாமான்களையும் தேடி அளிக்கவேண்டியிருந்தது. ஆகவே புத்தமைப்புக்களை ஆதரிப்பதற்குப் பண உதவி வேண்டியிருந்தது. அதற்காகப் புதியதும் பெரிதுமான ஓர் ஏற்பாடு அவசியமாக வேண்டியிருக்கிறது. இதை எப்படிச் சொன்னாலும் சரி; நல்ல பாதைகளும் நவீன மோட்டார் கார்களும் எப்படி ஒன்றையொன்று பொறுத்துச் சம்பந்தம் உள்ளவையாக இருக்கின்றனவோ அதுபோலவே, இந்த இரண்டு சமூக நிகழ்ச்சிகளும் ஒன்றோடொன்று சம்பந்தப்பட்டிருக்கின்றன என்பது தான் முடிவு.

பெல்லைப் பற்றி மாக்ஸ்வெல் கூறிய சொற்களில் உள்ளடங்கிக் கிடந்த அவமதிப்பு மனநிலை இன்னும் சில கற்றறிந்தோர் வட்டாரங்களில் காணப்படுகிறது. ஆனால், இக்காலத்தில் புத்தமைப்புக்களை இயற்றும் முறை மாறி விட்டபடியால், தூய விஞ்ஞானிக்கும் பயன்தரு விஞ்ஞானிக்கும் (இவரே தற்காலப் புத்தமைப்பாளி) உள்ள பகை அநேகமாகத் தீர்ந்துபோய்விட்டது. இந்த மாறிய

பெல் - Bell. மாக்ஸ்வெல் - Maxwell. அவமதிப்பு மனநிலை- disdain. வட்டாரங்கள் - circles.

நிலையைக் கண்டு வருந்துபவர்கள் ஒரு சிலர் இன்னும் இருக்கிறார்கள்; ஆனால், அவர்கள் தங்கள் கருத்தை வெளிப்படக் கூறுவதில்லை. நான் மேலே கூறியபடி, சேர்ந்து உருகி ஒன்றாகிய முறை காரணமாக, விஞ்ஞானத் துறையிலே மேலும் முன்னேற்றம் நிகழாமல் போய் விடுமோ என்று அவர்கள் அஞ்சுகிறார்கள். விஞ்ஞானத் தின் நவீன சரித்திரத்தை உண்மையாகப் பார்க்கும் எவரும் இந்தத் திசையிலிருந்து ஆபத்து வரக்கூடும் என் பதைத் தடையில்லாமல் ஒப்புக்கொள்ளுவார் என்றே எண்ணுகிறேன். ஆகவே, இப்படிப்பட்ட அபாயம் வராமல் தடுக்கும் பொருட்டும், ஆராய்ச்சியைப் பொதுவாகவே ஆதரிக்கவேண்டியது மிகவும் முக்கியம் என்று அமெரிக்க மக்களை ஒப்புக்கொள்ளச் செய்யும் பொருட்டும் எங்கும் தொடர்ந்து நன்றாகப் பயன் விளையும் அளவுக்குப் பிரசார முயற்சி செய்வது அவசியம்.

விஞ்ஞானமும் கைத்தொழிலும் :
நிகழ்கால நிலை

தூய விஞ்ஞானத் துறையில் ஆராய்ச்சிகளை நிகழ்த்து வது மிகவும் அவசியம் என்று சாமானிய மக்களை இன்னும் அதிக அளவில் நம்பச் செய்வதற்கு முன்னால், கைத் தொழில் துறையில் இப்போது விஞ்ஞானத்தின் நிகழ் கால நிலையை நாம் முதலில் பகுத்தாராய வேண்டும். பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுப் பிற்பகுதியில், மின்சாரத் தொழில் துறையிலும் இரசாயனத் தொழில் துறையிலும் ஆராய்ச்சி மனம் படைத்த விஞ்ஞானி மதிப்பிற்குரியவர் தாம் என்பது அவராலேயே நன்கு நிலைநாட்டப்பட்டது.

பிரசார முயற்சி - campaign. மாதிரிகை - pattern. ஆராய்ச்சி மனம் படைத்த - research - minded.

இதற்குரிய புது மாதிரிகை ஜெர்மனியிலும், பண்பாட்டுத் துறையில் அதன் ஆதிக்கத்தின் வரம்புக்கு உட்பட்டிருந்த நாடுகளிலும் தொடங்கப்பட்டது. முதலாவது உலக மகா யுத்தத்துக்குச் சற்று முன்னும், அது நிகழும் பொழுதும் ஒவ்வொரு தொழில்துறைச் சங்கத்தின் கூட்டத்துக்கும் உற்ற துணை-இணைப்பாக அமைந்த ஆராய்ச்சி யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸிலும் தோன்றத் தொடங்கிற்று. அதன் பின்னர், அதன் அபிவிருத்தி மிகவும் விரைவாக நிகழ்ந்தது; புரட்சிகரமான விளைவுகளையும் இயற்றிற்று. உதாரணமாக, முதலாவது உலக மகா யுத்தம் முடிவடைந்த காலத்தில், தொழில்-துறை ஆராய்ச்சிக் காரியத்தில் ஈடுபட்டிருந்தோரின் எண்ணிக்கை 10,000க்கும் குறைவாக இருந்தது. இரண்டாவது உலக மகா யுத்தம் தொடங்கும்போது அந்த எண் 50,000 ஆகவும், 1949ல் 130,000 ஆகவும் மிகவும் உயர்ந்துவிட்டது. அமெரிக்க நாட்டில் தொழில்-துறையிலும், அரசாங்கத்திலும், பல்கலைக் கழகங்கள் ஆராய்ச்சி நிலையங்கள் முதலியவற்றிலும் ஆராய்ச்சியின் நிமித்தமும் அபிவிருத்தியின் பொருட்டும் செலவழிக்கப்படும் மொத்தத் தொகை 1930ல் 160,000,000 டாலர்கள் என்றும், 1940ல் 350,000,000 டாலர்கள் என்றும், 1948ல் ஐந்நூறு மில்லியன் டாலர்கள் என்றும் மதிப்பிடப்பட்டிருக்கிறது. இந்தத் தொகைகளின் வளர்ச்சியைப் பார்த்தால், ஒரு காலத்தில் விரல்விட்டு எண்ணிவிடக் கூடிய ஒரு சிலரால் மட்டுமே நடத்தப்பட்டு வந்ததான ஒரு பெருமுயற்சி, ஒரே ஒரு தலைமுறைக்குள், பிரும்மாண்டமான முக்கியத்துவம் உடைய ஒரு சமூக நிகழ்ச்சியாக உருமாறிவிட்டது

பண்பாட்டுத் துறை - cultural. ஆதிக்கத்தின் வரம்பு - orpit. துணை இணைப்பு - adjunct.

என்பது தெரிகிறது. அமெரிக்க நாட்டுக் காட்டெருமை அடியோடு அழிந்துபோயிருப்பது போலவே, தனித்து இருந்து தனி வேலை செய்துவரும் புத்தமைப்பாளரும், விஞ்ஞான அமெச்சூரும் அநேகமாக மறைந்துவிட்டார்கள்.

யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸில் நடத்தப்பட்டுவரும் ஆராய்ச்சியைப் பற்றிய புள்ளி - விவரச் செய்திகள் நம்மை ஓரளவு தவறாக நினைக்கச் செய்யலாம். ஏனென்றால், அவ்விவரங்களில் ஆராய்ச்சி வேலையையும் அபிவிருத்தி வேலையையும் சாதாரணமாக ஒன்றாகச் சேர்த்தே கூறுகிறார்கள். விஞ்ஞானத் துறையையும், புத்தமைப்புத் துறையையும், பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் புதிதாகத் தோன்றிய தொழில் முறை வளர்ச்சியை ஒட்டிய எஞ்ஜினியரிங் துறையையும் ஒரே தலைப்பின் கீழ் இணைப்பதற்கு இது சமமாகும். இந்நாளில் (அ) அடிப்படை ஆராய்ச்சி (ஆ) பயன்படு ஆராய்ச்சி (இ) எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்தி, (ஈ) பொருளமைப்பு எஞ்ஜினியரிங், (உ) ரிப்பேர் வகையறா எஞ்ஜினியரிங் ஆகியவற்றைத் தனித் தனியே பிரித்து வைத்துக்கொள்வது நல்லது. (ரேடியோத் தொழிலில் புத்தமைப்பும் புதியவை இயற்றலும் என்னும் சுவையும் விஷயமும் நிரம்பிய நூலில் டபிள்யூ. ஆர். மக்லாரின் வழங்கிய சொற்களையே நான் உபயோகப்படுத்துகிறேன்.) இதுவரை விஞ்ஞானம் என்று கருதி வந்திருக்கும் காரியங்களில் அநேகமாக எல்லாவற்றையும் அடிப்படை ஆராய்ச்சி என்னும் முதல் தலைப்பின் கீழ் நாம் அடக்கி விடுகிறோம். அதாவது, புதிய மனக்கோள்களின் அபி

புள்ளிவிவரச் செய்திகள் - statistical information. அடிப்படை ஆராய்ச்சி - fundamental research. பயன்படு ஆராய்ச்சி- applied research எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்தி - engineering development. பொருளமைப்பு எஞ்ஜினியரிங் - production engineering. ரிப்பேர் வகையறா எஞ்ஜினியரிங் - service engineering. **ரேடியோத் தொழிலில் புத்தமைப்பும் புதியவை இயற்றலும்**–*Invention and Innovation in the Radio Industry*. டபிள்யூ. ஆர். மக்லாரின் - W. R. Maclaurin.

விருத்திகள், பழைய மனக்கோள்களின் திருத்தங்கள், (அதாவது ஒரு விஞ்ஞானத் துறையில் அனுபவ அறிவின் அளவைக் குறைத்தல்) இவை தவிரப் புதிய கருவிகளையும் புதிய உத்திகளையும் கொண்டு ஆராய்ந்து பார்த்தல், ஆகிய இவை எல்லாம் இந்த முதல் தலைப்பில் அடங்குகின்றன என்று சுருக்கிக் கூறலாம். நடைமுறைப் பிரச்சினைகளைத் தீர்ப்பதற்கு இப்போது வழங்கும் மனக்கோட்திட்டங்களைப் பயன்படுத்துவதும், புதிய பரிசோதனைகளின் மூலம் கண்டு பிடிக்கப்பட்டவைகள் நடைமுறையில் எவ்வாறு உபயோகப்படுகின்றன என்பதை நுணுகி ஆராய்வதும், உடனே நடந்தாகவேண்டிய நடைமுறைக் காரியங்களின் நிமித்தம் உண்மைகளைப் பற்றிய செய்திகளைத் திரட்டுவதும் பயன்தரு ஆராய்ச்சியின் குறிக்கோள்கள் ஆகும். கருத்துக்களைத் தொழில்-முறைக் காரியங்களில் பயன்படுத்துவதின் முதற் படிகள் அபிவிருத்திக் காரியத்தில் அடங்கியிருக்கின்றன. எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்திக்கும் பொருளமைப்பு எஞ்ஜினியரிங்குக்கும் இடையே உள்ள எல்லை அல்லது வரம்பைத் தெளிவாகக் காண முடிவதில்லை. பொதுவாகக் கூறினால், முதலாவதான எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்தியானது பரிக்ஷார்த்த ஏற்பாடுகளையும் திட்டங்களையும் பொறுத்ததாயும், இரண்டாவதான பொருளமைப்பு எஞ்ஜினியரிங் என்பது காரிய முறையில் மிகப் பேரளவில் நிகழ்த்தப்பட்டு வரும் திட்டங்களின் திருத்தங்களைப் பொறுத்ததாயும் இருக்கின்றன. ரிப்பேர் வகையரு எஞ்ஜினியரிங் என்னும் துறையில் ஈடுபட்டவர்கள் வியாபார இலாக்காவோடும், ஆகவே இயற்றப்பட்ட பொருள்களை நுகர்வோரோடும், நெருங்கிய தொடர்பு உள்ளவர்களாக இருக்கிறார்கள்.

உத்தி - technique. நுகர்வோர் - consumers.

யுத்த காலத்தில் ஆராய்ச்சியானது மிகவும் முக்கிய மான பங்கை எடுத்துக்கொண்டிருந்தது. அந்த அனுபவங் களிலிருந்து ஓர் உபமிதியை எடுத்துக் காட்டினால், இந் நாளில் தொழிற்கலையில் ஒன்றாகச் சேர்ந்து அபிவிருத்தி களை அமைக்க உதவும் வெவ்வேறு உறுப்புக்களுக்கு இடையே உள்ள உறவுகளை—ஒன்றுக்கொன்றுள்ள உறவு களை என்று சொல்லுவதே பொருந்தும்—தெளிவுபடுத்த உதவும். நிலப் படை, கப்பற் படை, ஆகியவை புதிய போர்க் கருவிகளைக் கற்பனை செய்வதிலும் இயற்றுவதிலும் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி அபிவிருத்தி நிலையம் செய்துவந்த மிகப் பிரும்மாண்டமான யுத்தகாலக் காரியங்களை வர்ணிப் பதற்குப் 'பரிசோதனைச்சாலையிலிருந்து தொடங்கிப் போர்க்களம் வரையிலும் இணைக்கும் ஒரு சங்கிலித் தொடர் காணப்படுகிறது' என்னும் உருவகத்தை உபயோகிக்கலாம். இந்தத் தொடரின் வழியாகப் புதிய கருத்துக்கள் பெருகி ஓடின—ஆதர்சமான முறையில், தங்கு தடை இல்லாமல், இரு திசையாகவும் ஓடின. சோதனைச்சாலையிலிருந்து எத்தனையோ ஆலோசனைத் திட் டங்கள் வெளி வந்தன. அவைகளை அபிவிருத்தி எஞ்ஜினி யர்கள் ஆலோசித்துப் பார்த்தார்கள்; அவை பயன்படும் என்று தங்களுக்குத் தோன்றினால், பொருளமைப்பு எஞ் ஜினியரிங் வேலை நிமித்தம் பொருள்கள் இயற்றுவோரின் வசம் அவைகளை ஒப்புவித்தார்கள். பொருளியற்றுவோரிட மிருந்து விளைவுப் பொருள்கள் வெளிவந்தன. அவை களைத் தக்கவாறு சோதித்துப் பரிசீலனை செய்த பின், அவற்றைக் கடைசியாக உபயோகிக்க வேண்டியவர்களான நுகர்வோர்களிடம்—நாம் எடுத்துக்கொண்ட இந்த உதா

விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி அபிவிருத்தி நிலையம்-Office of Scientific Research and Development. ஆதர்சமான முறையில் - ideally. பொருளியற்று வோர் - producers. விளைவுப் பொருள்கள் - products.

ரணத்தில் போர் செய்வோர்களிடம்—அவை கொடுக்கப் பட்டன. இதற்கு மறுபுறமாக, அவர்களிடமிருந்து அக் கருவிகளை மாற்றியமைப்பதற்கான ஆலோசனைகளும், முற்றும் புதியவையான கருவிகளையோ ஆயுதங்களையோ அல்லது மற்றச் சாமான்களையோ பற்றிய விவரமான புதிய புதிய கருத்துக்களும் கிடைத்துவந்தன. செய்திகள், ஆலோசனைகள், வேண்டுகோள்கள் ஆகியவற்றை அபி விருத்திக் கூட்டங்களுக்கும் பரிசோதனைச்சாலைகளுக்கும் இப்படி ஓர் எதிர்த் திசையாகவும் மனக் கசப்பின்றியும் எளிதாக அனுப்பிக்கொண்டிருப்பது இலேசான காரியம் அன்று என்பதையும், போகிற போக்கில், இந்த இடத்தில் குறிப்பிடலாம் என்று தோன்றுகிறது.

அந்தச் சங்கிலித் தொடரின் வழியாகச் செய்திகள் தங்கு தடையின்றித் தாராளமாகச் செல்லவேண்டியிருந் தன. அதுமட்டுமன்றி, அத்தொடரில் பற்பல பகுதிகளி லும் பல முடிவுகள் செய்யப்படவேண்டியிருந்தன. போர் நிகழ்ந்து வந்த காலத்தில், 'என்னவானாலும் சரி; வேகம் ஒன்றே முக்கியம்' என்று வற்புறுத்தும் ஓர் அவசியம் இருந்த காரணத்தால், இந்த முடிவுகளைச் செய்வது மிகவும் சிரமமாக இருந்தது. ஆயினும், அப்பொழுது, போரில் ஈடுபட்டிருந்த படைகளுக்குத் தேவையாயிருந்த விஷயங்கள் எல்லாவற்றுக்கும் மிக மேலான முதன்மை ஸ்தானம் பெற்றிருந்தன. ஆகையால், சமாதான காலத் தில், செம்மையான முறையில் வேலை செய்வதற்கு என்ன என்ன எச்சரிக்கைக் காரியங்களை எல்லாம் செய்துவர வேண்டுமோ அவைகளை எல்லாம் பல சந்தர்ப்பங்களில் செய்யாமல் விட்டுவிட வேண்டியது அவசியமாயிருந்தது. மிகச் சிறந்த வழி எது என்று தேடி ஆராய்ந்து, ஒரு நல்ல

எதிர்த்திசையாக—reverse.

வழியைக் கண்டுபிடிக்கும் பொருட்டுச் செய்திகளைத் திரட்டுவதற்கு அப்பொழுது நேரமில்லை. அதற்குப் பதிலாக, வந்தது வரட்டும் என்று, வெவ்வேறு வழிகளில், ஒரே சமயத்தில் மேற்செல்ல வேண்டியிருந்தது. அணு-குண்டை இயற்றிய செயல் இதற்கு ஒரு மிகச் சிறந்த உதாரணம். தொடங்கும்போது (சோதனைச்சாலைப் படியில்) உட்கரு எரி-பொருள்களை இயற்றுவதற்கு வெவ்வேறான பல மாற்றுத் திட்டங்கள் இருந்தன. அபிவிருத்திப் படிக்கு வந்து சேர்ந்த சமயத்திலும் வெவ்வேறான சிற்சில வழிகள் காணப்பட்டன என்பது ஸ்மித் அறிக்கையிலிருந்து நன்றாகத் தெரிகிறது. அவசரப்படாமல் நிதானமாகச் செயல் முறைகளை நிகழ்த்துவதற்கு நேரம் இருந்திருந்தால், இயற்றுவதற்குரிய திட்டம் இன்னது என்று தீர்மானிப்பதற்கு முன்னால், மேற்கொண்டும் பற்பல அபிவிருத்தி வேலைகள் செய்யப்பட்டிருக்கும்; பின்பற்றுவதற்கு ஏற்றது என்று தேர்ந்தெடுக்கவேண்டிய திட்டம் இன்னும் குறுகிய ஓர் எல்லைக்குள் அடங்கியிருக்கும். ஆனால், அக்காலத்தில் இன்னது செய்வது என்று சீரான முறையில் தேர்ந்தெடுப்பதற்குப் போதிய செய்திகளை ஆராய்ச்சிக் காரியங்களும் அபிவிருத்திக் காரியங்களும் அளிக்கும் வரை அவர்களால் காத்திருக்கமுடியவில்லை. ஆகையால் சம காலத்தில், முழு வேகத்தோடும், பற்பல செயல் முறைகள் மேற்கொள்ளப்பட்டன என்பது பலரும் அறிந்த விஷயம்.

யுத்தம் நடந்து வந்தபோது நேரமே முக்கிய அம்சமாக இருந்தது. அக்காரியங்களில் ஈடுபட்டவர்கள் எல்லோரின் மீதும்—விஞ்ஞானத்தையும் அதைப் பயன்

சோதனைச்சாலைப் படி - laboratory stage. உட்கரு எரி பொருள்- nuclear fuel. மாற்றுத் திட்டங்கள் - alternative plans. அபிவிருத்திப் படி - development stage. ஸ்மித் அறிக்கை - Smyth report.

படுத்துவதையும் பற்றிக் கருத்துள்ளவர்கள் உட்பட—மிகவும் குறிப்பாகப் பல நிபந்தனைகள் ஏற்படுத்தப்பட்டன. ஆகையால், யுத்தம் நிகழ்ந்த காலத்தில் கிடைத்த வெற்றிகளிலிருந்தோ தோல்விகளிலிருந்தோ முடிவுகளைப் பெறுவதிலும், அந்த உபமிதியை வைத்துக்கொண்டு வழக்காடுவதிலும் நாம் எச்சரிக்கையாய் இருப்பது அவசியம். ஆனபோதிலும், யுத்தத்துக்கு முந்திய காலத்திலும், இக்காலத்திலும் நிகழ்த்தப்பட்டு வரும் பற்பல தொழில்-துறைக் காரியங்களைக் கவனித்துப் பார்த்தால், ஆராய்ச்சிகளை நிகழ்த்தும் சோதனைச்சாலையில் தொடங்கி நுகர்வோரில் வந்து முடிவடையும் சங்கிலித் தொடர் ஒன்று இருப்பதை நம்மால் காண முடியும் என்று தோன்றுகிறது.

தொடர்பு, செய்திப் போக்கு வரவு என்பவை இரண்டும் யுத்தம் நிகழ்ந்தபோது மிகவும் சிரமமாக இருந்த ஒழுங்கமைப்பு ஏற்பாட்டுப் பிரச்சினைகளில் சில. அதுபோலவே, தொடர்ச்சியாக இணைந்த சங்கிலித் தொடரின் வெவ்வேறு வளையங்களுக்கு இடையே விரைவாகவும் நன்றாகவும், தவறாமலும் செய்திகளைச் செலுத்துவது எப்படி என்னும் முக்கியமான பிரச்சினைகள் தொழில்-துறை நிர்வாகத்திலும் எதிர்ப்படுகின்றன. சாதாரணமாக, ஆராய்ச்சி விஞ்ஞானிகளும் அபிவிருத்தி எஞ்ஜினியரும் கொள்கைகளைப் பற்றிய தீர்மானங்களைச் செய்யவேண்டியிருக்கும் பொறுப்புள்ள நிர்வாக அதிகாரிகளுக்கு அளிக்கக்கூடிய செய்திகள் யாவும் மெதுவாகத் திரளும் தன்மையுள்ளவை. ஆகையால், சில வேளைகளில் மனத்துக்குத் திருப்தியில்லாத தொழிற்கலை அறிவை ஆதாரமாக வைத்துக்கொண்டே அபிப்பிராயங்களை மேற்கொள்ளவேண்டியது அவசியம்.

தொடர்பு - liaison. செய்திப் போக்கு வரவு - communication. ஒழுங்கமைப்பு ஏற்பாட்டு - organisational.

பற்பல ஆராய்ச்சி அபிவிருத்திப் பிரச்சினைகளை, ஒரு வேலிக்கு அப்பாலிருந்து அதன் அயலிடத்தை எட்டிப் பார்ப்பதுபோல், நான் பார்த்து வந்திருக்கிறபடியால், இம் மாதிரியாக மிக மிகச் சிரமமான தீர்மானங்களைச் செய்ய வேண்டிய சந்தர்ப்பங்கள் பாமரர்களுக்கும் அடிக்கடி எதிர்ப்படும் என்றும், சாதாரணமாக எல்லாருக்குமே இவ்வகை அனுபவம் ஏற்படக்கூடியது என்றும் நான் சொல்லுவேன். உதாரணமாக, மிகவும் நுணுக்கமான தொழிற் கலை விவரங்கள் நிரம்பியதான திட்டம் ஏதாவது ஒன்று பிரேரபிக்கப்படலாம்; அதை ஒப்புக்கொள்ளுவதனுலும் சரி, அல்லது அதை ஒதுக்கித் தள்ளுவதனுலும் சரி, அது மிகப் பரந்த விளைவுகளை இயற்றக்கூடியதாக இருக்கலாம். அந்தத் திட்டம் என்ன அளவில் வெற்றி பெறக்கூடியது என்பதையும் (இது ஒரு தொழிற் கலை விஷயம்), அந்த வெற்றியாலோ அல்லது தோல்வியாலோ என்ன விளைவுகள் ஏற்படக்கூடும் என்பதையும் கொண்டு அந்தச் சந்தேகத்துக்கிடமான காரியத்தை (இது ஒரு சூதாட்டத்தை ஒத்தது என்று சொல்லலாம்) மதிப்பிட வேண்டியிருக்கும். ஆகவே, பொதுவான கொள்கையை ஒட்டிய விஷயங்களும் அந்தத் தீர்மானத்தில் அடங்கியிருக்கின்றன. மேலான தலைமைப் பாரத்தை எல்லா விஷயங்களிலும் பொறுப்பாக ஏற்றிருப்பவர்களால், அதாவது, அதனுல் நிகழக்கூடிய விளைவுகளை அறிந்து அவற்றை நடத்தவேண்டிய நிர்வாகிகளால், அத் தீர்மானங்கள் செய்யப்பட வேண்டியிருக்கும். இப்படிப்பட்ட பிரேரணைகள் சங்கிலித் தொடரில் பற்பல இடங்களிலும் தோன்றக்கூடும். அந்தப் பிரேரணை ஓர் ஆராய்ச்சித் திட்டத்தை வகுக்க வேண்டும் என்பதாக இருக்கலாம்; அல்லது அபிவிருத்தித் திட்டம் ஒன்றை அமைக்க

வேண்டும் என்பதாக இருக்கலாம்; அல்லது ஒரு புதிய இயந்திர ஏற்பாட்டைக் கற்பனை செய்து இயற்ற வேண்டும் என்பதாக இருக்கலாம்; அல்லது இப்போது செய்யப்பட்டு வரும் நடைமுறையை மாற்றித் திருத்தம் செய்ய வேண்டும் என்பதாக இருக்கலாம். இவைகளை எல்லாம் ஒட்டிய தீர்மானத்தைச் செய்யவேண்டியவர் யார்? இவைகளில் அடங்கிய தொழிற்கலை உறுப்புக்களை மதிப்பிடுவது எப்படி?

யாதொரு தடங்கலும் இன்றி ஒழுங்காக வேலைசெய்து வரும் தொழில் துறை ஏற்பாட்டில் இந்தச் சங்கிலி முழுவதும் ஒரே நிர்வாகத்தின் ஆதிக்கத்தின் கீழேதான் இருக்கும். இந்தத் தீர்மானங்களைச் செய்யவேண்டியவர்களும், இந்த ஏற்பாட்டோடு கூடவே 'உடன் வளர்ந்தவர்களாக' இருப்பார்கள். அவர்கள் முறையாகக் கற்று வந்த படிப்பு எத்தகையதாக இருந்தாலும், விஞ்ஞான மகா நிபுணர்களும் எஞ்ஜினியர்களும் கூறும் சாட்சியங்களைச் சீர் தூக்கிப் பார்ப்பதற்கு அவர்கள் கற்றுக்கொண்டவர்களாக இருப்பார்கள். ஆகையால் வெற்றிகரமாகக் காரியங்களை நடத்தி வரும் இவ்வகையான நிர்வாகிகள் யுத்தத்தின் போது, இத்தகைய அனுபவமில்லாதவர்கள் பலர் அகப்பட்டுக்கொண்ட படுகுழிகளில் அகப்படாமல், அநேகமாகத் தங்களுடைய இயல்பறிவால் தப்பிவிடுகிறார்கள். தாங்களும் மகாநிபுணர்கள் என்று இவர்கள் பாவிக்கமுயலுவதேயில்லை என்பது குறிப்பாகக் கவனிக்கவேண்டிய விஷயம். மேலும் வெற்றிகரமாகக் காரியங்களை நடத்திவரும் இவ்வகையான நிர்வாகிகள், அதைப் பற்றித் தங்களுக்குத் தெரியும் என்று பெருமை கூறும் நிபுணர்களின் ஆத்திர மன நிலைக்கு உரிய மதிப்புக் கழிவையும் தம்மையறியாமலே செய்கிறார்கள்.

இயல்பறிவு - intuition. தொழிற்கலை உறுப்பு - technical factor. ஆத்திர மனநிலை - emotional bias.

ஏனென்றால், 'விஞ்ஞான அபிப்பிராயங்கள் கோபதாபங்களுக்கும் விருப்பு வெறுப்புக்களுக்கும் உள்ளாகாதவை என்று சில பொதுமக்கள், சில சமயங்களில், எண்ணுவது அவ்வளவு சரி யன்று என்பது அவர்களுக்கு நன்றாகத் தெரியும். ஒவ்வொருவருக்கும் அவர் யாரா யிருந்தாலுமே, சுய அபிமானம் பலமானது, ஆழ்ந்தது, எளிதில் நீங்காதது. ஆராய்ச்சிக் கமிஷன்கள் செய்வதுபோல, அறிவுள்ள பாமரரும் ஒரு சாட்சியின் சொந்த அபிமானங்களை மற்றொரு சாட்சியின் அபிமானங்களோடு ஒப்புநோக்கிச் சீர்தூக்கிப் பார்ப்பது நன்று. கடைசியாக, அப்பேர்ப்பட்ட காரிய நிர்வாகிகள் (தங்கள் துறை சம்பந்தப்பட்டமட்டில்) விஞ்ஞானத்தைப் பற்றியும் அது பயன்படும் அளவைப் பற்றியும் நல்ல விளக்கம் உடையவர்கள். ஆகையால், புதிதாகப் பிரேரேபிக்கப்பட்ட விஷயத்தில் உள்ள புதுமை எவ்வளவு என்பதையும், அதற்கு அடிப்படையான விஞ்ஞானத்தில் அடங்கியிருக்கும் அனுபவ அறிவு எவ்வளவு என்பதையும் தெரிந்துகொள்வது மிகவும் முக்கியமானது என்பதை அவர்கள் நன்கு உணர்ந்திருக்கிறார்கள்.

ஒரு குறிப்பிட்ட துறையைச் சார்ந்த விஞ்ஞான மனக்கோள்கள் ஒரு புதிய உருவத்தை ஏற்றுவிட்டன என்னும் காரணத்தால் இந்தப் புதுமைத் தன்மை ஏற்படலாம். அல்லது, அத்துறைக்கு மிகவும் அப்பாற்பட்டதான மற்றொரு துறையைச் சார்ந்தவையாயும், ஆனபோதிலும் எடுத்துக்கொண்ட விஷயத்துக்குப் பொருத்தமானவையாயும் உள்ள புதிய பரிசோதனை உண்மைகள் காணப்படுவதிலிருந்தும் இத்தன்மை ஏற்படலாம். அல்லது, புதிய பொருள்களாலோ (உதாரணமாக, கலவைகள், பிளாஸ்டிக்குகள் ஆகியவற்றாலோ) அல்லது மற்ற இடங்களில்

மதிப்புக் கழிவு - allowance.

அபிவிருத்தி செய்யப்பட்ட புதிய இயந்திரங்கள் அல்லது கருவிகளாலோ அந்தப் புதுமைத் தன்மை ஏற்படலாம். இது எப்படி இருந்தாலும், காரிய நிர்வாகிகள் விசேஷ நிபுணர்களை நோக்கி, 'இதற்கு முன்னல் ஒரு நாளும் இது செய்யப்படாமல் இருந்தது ஏன்?' என்று கேட்கலாம். இக்கேள்விக்கு எத்தனையோ விடைகள் அளிக்கப்படலாம். அவற்றுள் மிக நம்பத் தகாத விடை (ஆனாலும் இதைப் பற்றி, 'நாம் வினவியதற்கு விரோதமான முடிவைக் கொள்வதற்கு இது தப்பாத ஆதாரம்' என்று சொல்லமுடியாது) என்னவென்றால், 'இதற்கு முன்னல் ஒருவரும் இதைப் பற்றி நினைத்ததே இல்லை' என்பதே யாகும். இந்த வினவுக்கு மிகவும் நம்பத் தகுந்த விடை கீழ்க்கண்டவைகளில் ஒன்றாக இருக்கலாம் என்று நினைக்கிறேன். 'நாம் என்ன செய்கிறோம் என்று முதன் முதலாக இப்போதுதான் தெளிவாகத் தெரிந்துகொண்டிருக்கிறோம்'; அல்லது, 'போன மாதம் வரையில் இந்தப் பரிசோதனை - உண்மை தெரியாமலே இருந்தது. அது மட்டு மன்று; அப்படி ஒன்று இருக்கக்கூடும் என்றுகூட ஒருவரும் சந்தேகப் படவே இல்லை'.

ஏதாவதொரு துறையில் காணும் அனுபவ-அறிவின் அளவு அதிகமாகவும், நடத்தப்படும் முயற்சி பயன்தரு நோக்கத்தை உடையதாயும் இருப்பதாகவும் வைத்துக் கொள்வோம். அப்போது நடைமுறைக் கலை ஒன்றைத் திருத்தி அமைப்பதற்கு ஆதி காலம் முதலே செய்யப்படும் முயற்சிகளில் நாமும் ஈடுபட்டவர்களாக இருக்கிறோம் என்று பொதுப்படச் சொல்லலாம். இதற்கு மறுபுறமாக, ஏதாவதொரு துறையில் அனுபவ-அறிவின் அளவு குறை

கலவை - alloy. பிளாஸ்டிக்கு - plastic. நடைமுறைக்கலை - practical art.

வாகவும், நாம் அதைப் பற்றிப் பெற்ற விளக்கத்தில் அதன் அம்சத்தை இன்னும் குறைக்கவேண்டும் என்பது குறிக்கோளாகவும் இருக்கிறது என்று வைத்துக்கொள்ளுவோம். அப்போது, சுமார் 350 வருடங்களுக்கு முன்னால் தொடங்கியதாயும், நாம் 'விஞ்ஞானம்' என்று பெயரிட்டிருப்பதாயும் உள்ள புரட்சிகரமான காரியத்தின் ஒரு பகுதியின் மீது நாம் கருத்துடையவர்களாக இருக்கிறோம் என்று சொல்லலாம். ஒரு புதிய பெரு முயற்சியிலோ, அல்லது ஒரு புதிய ஆராய்ச்சித் திட்டத்திலோ எவ்வளவு பணத்தைத் துணிந்து செலவு செய்யலாம் என்று தீர்மானிக்க வேண்டியது அவசியமாக உள்ள சிலருக்கு நவீன ஆராய்ச்சியை இவ்வகையாக நோக்குவது பயனுடையதாக இருக்கும் என்பது எனது அபிப்பிராயம். பொதுவாக, எவ்வளவுக்கெவ்வளவு அடிப்படை விஷயங்களை நாம் நன்கு தெரிந்துகொள்ளுகிறோமோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு நாம் ஒரு புதிய விஞ்ஞானப் பெரு முயற்சியிலோ அல்லது தொழிற் கலைப் பெரு முயற்சியிலோ வெற்றி பெறுவதும் சாத்தியமாக இருக்கும். சுருங்கக்கூறின், எவ்வளவுக்கெவ்வளவு இவைகளிலெல்லாம் அனுபவ-அறிவு குறைவாக இருக்கிறதோ அவ்வளவுக்கவ்வளவு நல்லது.

ஒரே காலத்தில் இரண்டு நவீன விஞ்ஞானத் துறைகளில் காணப்படும் அனுபவ-அறிவின் அளவில் உள்ள வித்தியாசங்களால் ஏற்படும் நடைமுறை விளைவுகளை விளக்கும் ஓர் உதாரணத்தை இரண்டாவது உலக மகா யுத்தத்திலிருந்து காட்டலாம். அந்த யுத்தம் நடந்தபோது, அபிவிருத்தியையும் பொருள் அமைப்பையும் பற்றிய திட்டங்களைக் குறித்து வாஷிங்டனில் செய்யப்பட்ட

பெருமுயற்சி - endeavour. ஆராய்ச்சித் திட்டம் - program of research.

இரண்டு பெரிய நிர்வாக முறைத் தீர்மானங்கள் இந்த உதாரணத்தில் அடங்கியிருக்கின்றன. ஒருபுறம், அணு-குண்டுகளுக்குத் தேவையான உட்கரு எரி-பொருள்களை இயற்றுவதற்கு ஏராளமான பணச் செலவை மேன் மேலும் செய்துகொண்டே போகலாம் என்பது ஓர் தீர்மானம். அதிசூக்குமமான பொருட் பகுதிகளைக் கொண்டு சோதனைச்சாலையில் நிகழ்த்திப் பரிசோதனைகளை மட்டுமே ஆதாரமாக வைத்துத்தான் அந்த முடிவு கொள்ளப்பட்டது. மறுபுறம் பார்த்தால், பெனிசில்லினின் அமைப்புக் குறியீடு இன்னதுதான் என்று அநேகமாக அங்கக-இரசாயனிகள் எல்லோருமே ஒரே முடிவுக்கு வந்ததுபோல் இருந்தது. 'இதோ! இந்த மூலை திரும்பியதும் இதை இயற்றுவதற்குரிய தொழில் துறைச் செயற்கை முறைக்கு வழி தெரிந்துவிடும்' என்று நினைப்பதற்கு இடம் இருந்தது. ஆனபோதிலும், 'இப்போதுள்ளவை களைவிடத் திருப்திகரமான தொழில் துறைச் செயற்கைச் செயல் முறைகளை அபிவிருத்தி செய்ய முயலுவதில் பணத்தையும் பொருளையும் செலவழிப்பதைவிட, இதுவரை பின் பற்றி வந்த உயிரியல் முறையின் மூலமாகப் பெனிசில்லினை இயற்றி வருவதே மேல்' என்று நிர்வாகிகள் தீர்மானித்தார்கள். போஷகப் பொருள்களில் இட்டுப் பூஞ்சணங்களை வளர்க்கும் உயிரியல் முறையால் பெனிசில்லினை மேன் மேலும் இயற்றிவருவதைத் தொடர்ந்து நடத்தவேண்டும் என்றே தீர்மானிக்கப்பட்டது.

வாஷிங்டன் - Washington. அணு குண்டு - atomic bomb. உட்கரு எரிபொருள் - nuclear fuel. அதிசூக்குமமான - sub-microscopic. பெனிசில்லின் - penicillin. அமைப்புக் குறியீடு - structural formula. அங்கக இரசாயனி - organic chemist. தொழில்துறைச் செயற்கைச் செயல்முறை. synthetic industrial process. உயிரியல் முறை - biological method. போஷகப் பொருள் - culture. பூஞ்சணம் - mold.

இந்த இரண்டு தீர்மானங்களும் சரியானவைதான். உட்கரு எரி-பொருள்களைப் பற்றிய 'சூதாட்டம்' சரிதான் என்பது பின்பு விளைந்த நிகழ்ச்சிகளிலிருந்து தெரிந்தது. அங்கக-இராசயனியைத் துணைகொண்டு பெனிசில்லினை அமைக்க முயன்றிருந்தால், அந்தச் 'சூதாட்டம்' பிராணு பத்தான தவருக முடிந்திருக்கும். (ஏனென்ருல், இந் நாள்வரையிலும்கூட அதை இயற்றுவதற்கு ஏற்றதான தொழில் துறைச் செயல்முறை ஒன்றும் அகப்படவில்லை.) இவ்விரண்டுக்கும் உள்ள அடிப்படை வித்தியாசம் என்ன? உட்கருப் பௌதிகர்களால் உறுதியான நம்பிக்கையோடு முற்கூட்டியே சோதிடம் கூற முடியும்; இந்தச் சோதிடக் கூற்றுக்களும் பலித்தன. ஏனென்ருல், நியூட்டிரான் களுக்கும் உட்கருக்களுக்கும் இடையே நிகழும் கிரியைகள் திருப்திகரமாக உள்ள ஒரு மனக்கோட் திட்டத்தின் மூலம் முறைபட வகுக்கப்பட்டிருந்தன. இந்தத் துறை மிகவும் சமீபத்தில் உற்பத்தியானதாக இருந்தபோதிலும், இதில் அடங்கிய அனுபவ-அறிவு மிகக் குறைவாக இருந்தது. ஆனல், இதற்கு எதிரிடையாக, செயற்கை முறை அங்கக-இராசாயனத்தில் அடங்கிய அனுபவ-அறிவின் அம்சம் மிகவும் அதிகம். ஆகையால், மிகக் குறுகிய காலத்துக்குள் மிகவும் சிக்கலான பொருளைச் செயற்கை முறையில், வியாபாரத்துக்கு வேண்டிய அளவில், இயற்றும் காரியத்தில் வெற்றி பெறலாம் என்னும் 'சூதாட்டத்தில்' மிகச் சிலரே பணயம் வைக்கத் துணிவு உடையவராக இருப்பார்கள்.

உட்கரு எரிபொருள்களையும் பெனிசில்லினையும் பற்றி நிகழ்ந்த சர்ச்சைகளில் வாதாடிய எவரும் ஒரு பொழுதா வது 'அனுபவ-அறிவின் அளவு' என்னும் சொற்ருெடரை

சூதாட்டம் - gamble. உட்கருப் பௌதிகர்கள் - nuclear physicists. நியூட்டிரான்கள் - neutrons. உட்கருக்கள் - nucleii. மிகவும் சிக்கலான - complex. அனுபவ அறிவின் அளவு - degree of empiricism.

உபயோகிக்கவில்லை என்பது எனக்குத் தெரியும். (அந்தச் சொற்ருெடர் நான் புதிதாக அமைத்தது.) ஆயினும், இந்த இரண்டு பிரச்சினைகளின் அடிப்படையான பகுத்தாராய்வு நான் சுருக்கமாகக் கூறிய வழியிலேதான் சென்றது என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. எது எப்படியிருந்தாலும், அதன் விளைவானது நாம் வினவி வந்த விஷயத்துக்கு ஓர் உதாரணமாக இருக்கிறது. நடைமுறைக் கலைகளில் பிரேரிக்கப்படும் முன்னேற்றக் காரியங்களை அவற்ருேடு சம்பந்தப்பட்ட விஞ்ஞானத்தில் அடங்கிய அனுப-அறிவின் அளவைக் கொண்டுதான் கவனித்துப் பார்க்கவேண்டும்.

நிர்வாக ஏற்பாட்டுப் பிரச்சினைகள்

எந்தக் காரியமும் நன்ருக நடைபெற வேண்டுமானல், பயன் தரு ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலையிலிருந்து தொடங்கி நுகர்வோர் வரையிலும் செல்லும் சங்கிலித் தொடர் முழுதும் ஒரே மேலதிகாரத்துக்கு உட்பட்டிருக்கவேண்டும் என்பது மிகத் தெளிவாகத் தெரிகிறது. மற்றப்படி இருந்தால், தொடர்பு, செய்திப் போக்குவரவு, தீர்மானித்தல்—இவற்றில் இருப்பதாக முன்னே காட்டப்பட்ட கஷ்டங்கள் மிகமிக அதிகமாகிவிடும். ஆனல், இந்தச் சங்கிலித் தொடர் ஒரே மேலதிகாரத்துக்கு உட்பட்டிருக்க வேண்டும் என்று சொல்வது மிக எளிது; ஆனல், இதில் அடங்கிய காரியத்தை அப்படி நடத்தி வைப்பது அவ்வளவு எளிதன்று. இந்த வகையாகத் தொழில் துறையில் பயன்படும் ஆராப்ச்சியின் நிர்வாக அமைப்பைச் சர்ச்சை செய்யும்போது, தனி-உரிமை, அரசாங்க முறைநெறி, அரசாங்க

தொடர்பு - liaison. செய்திப் போக்குவரவு - communication. தீர்மானித்தல் – decision. தனி-உரிமை - monopoly. அரசாங்க முறைநெறி - governmental regulation.

உரிமை என்பவை போன்ற அடிப்படை விஷயங்களைக் கவனிக்காமல் இருக்க முடியாது.

தொழிற்கலைத் துறை உறுப்புக்களோடு யாதொரு சம்பந்தமும் இல்லாத சிற்சில காரணங்களின் நிமித்தம், ஒரு குறிப்பிட்ட துறையில் (அத்துறை தனி-ஆட்களின் அதிகாரத்துக்கு உட்பட்டு, அவர்களின் பண உதவியைப் பெற்றதாக இருந்தாலும், அல்லது அரசாங்கத்தினிடமிருந்து அதைப் பெற்றதாக இருந்தாலும்,) தனி-உரிமை இருக்கவேண்டியது அவசியம்தான் என்று வைத்துக் கொள்ளலாம். அந் நிலையில், அபிவிருத்தியோடும் பொருள்களை இயற்றுவதோடும் ஆராய்ச்சிக்கு உள்ள உறவானது உட்புற நிர்வாக அமைப்பையே ஒட்டியது. ஆனபோதிலும், அப்படிப்பட்ட ஏகபோக உரிமை இருக்குமானால், ஒருவகையான தொழிற்கலைப் போட்டியை ஏற்படுத்தி, அதன் மூலமாக ஆராய்ச்சி வர்க்கங்களையும் அபிவிருத்தி வர்க்கங்களையும் எப்படித் தூண்டுவது என்ற பிரச்சினை உடனே தீர்க்கவேண்டியதாகிறது. மற்றெல்லா மானுடப் பெருமுயற்சிகளிலும் போலவே, விஞ்ஞானத்திலும் தொழில் துறையிலும் ஓர் ஊக்க-நிலை இருந்து வருவதற்குத் தொழில்துறைப் போட்டி முக்கியமாக இருந்தாக வேண்டும்.

ஆனால், இதற்கு மறுபுறமாக, ஒரு தொழில்துறையில் தனித்தனியே பொருளியற்றுவோர்களே அதிகமாக இருப்பார்களானால், அப்படிப் பொருளை இயற்றுபவர்களில் எவராலும் தனியாக ஓர் அபிவிருத்தி வர்க்கத்தையோ அல்லது ஓர் ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலையையோ அமைப்பதற்கு வேண்டிய பணச் செலவு செய்ய முடியாமல்

அரசாங்க உரிமை - governmental ownership. ஏகபோக உரிமை - sole right (monopoly). ஆராய்ச்சி வர்க்கம் - research group. தொழில்துறை வர்க்கம் - technological group. ஊக்கநிலை - vigor.

போய்விடலாம். இந்தக் கஷ்டத்தைத் தீர்ப்பதற்கு இரண்டு வழிகளைக் கையாளலாம். அபிவிருத்தியையும் ஆராய்ச்சியையும் நடத்தி வரவேண்டிய பொறுப்பை அரசாங்கமே மேற்கொள்ளலாம். அல்லது, போட்டியிடுவோர்களில் பெரும் தொகையினர் சேர்ந்து, ஒரு கூட்டுறவு ஏற்பாட்டை அமைத்துக் கொள்ளலாம். ஆராய்ச்சிக்கும் அபிவிருத்திக்கும் பணஉதவி செய்யும் இவ்விரண்டு திட்டங்களிலும் காணப்படும் ஒரு சிரமம் என்னவென்றால், முன்கூறிய சங்கிலித் தொடரானது ஒரே மேலதிகாரத்தின் கீழ் இருக்க முடிவதில்லை. ஆதலால், தொடர்பும், செய்திப் போக்குவரவும் இம்மாதிரியான அமைப்புகளில் மிகவும் சிரமமாக இருக்கின்றன. வெவ்வேறு தானங்களில் செய்யப்பட வேண்டிய கஷ்டமான தீர்மானங்களைச் செய்வதற்கு அதிகாரம் பெற்ற நிர்வாக அமைப்பு இவற்றில் சாதாரணமாக இருப்பதில்லை. இதில் உள்ள மற்றொரு கஷ்டம், தொழிற்சாலையிலும் விஞ்ஞானக் கலையிலும் போட்டியில்லாது போன காரணத்தால், உற்சாகத்தைத் தூண்டி ஊக்கம் அளிக்க யாதொரு வழியும் இல்லாமல் போய்விடுவதாகும். ஆதலால், **தொழில் துறை அம்சங்களை மட்டுமே ஒருவர் கவனிப்பதா யிருந்தால்,** சின்னஞ் சிறியவைகளாகச் சிதறிக் காணப்படும் கைத்தொழில்கள் எல்லாம் ஆதர்ச முறையில் பரிணமிக்க வேண்டுமானால், அவைகளில் பல ஒன்றுகச் சேரவேண்டும்; அதுவுமன்றி அவை ஒன்றோடொன்று போட்டியிடும் ஏழெட்டுப் பலத்த கூட்டங்களாக அமைய வேண்டும். வாஸ்தவத்தில், சிற்சில தொழில்களின் சரித்திரப் போக்குப் இவ்வாறேதான் இருந்திருப்பதாகத் தெரிகிறது. இதற்கு நான் குறிப்பிட்ட காரணம் ஒரு பகுதியாகவாவது உள்ளது. எந்தத் தொழில்-துறையை

ஆதர்ச முறையில் - ideal. பரிணமித்தல் - evolution.

எடுத்துக் கொண்டாலும், அதில் போட்டியிடும் பலத்த கூட்டங்கள் சிலவாவது இருக்க வேண்டும்; பயன்படு ஆராய்ச்சிச் சோதனைச் சாலையிலிருந்து தொடங்கி நுகர்வோர் வரையில் உள்ள சங்கிலித் தொடர் முழுவதிலும் அந்தக் கூட்டங்களில் ஒவ்வொன்றும் முழு அதிகாரம் உடையதாக இருக்க வேண்டும்; அந்தக் கூட்டங்களுக்கிடையே மும்முரமான தொழிற்கலைப் போட்டி இருக்க வேண்டும். இவ்வளவும் ஒரு நாட்டில் இருந்தால், அந்த நாடு அந்தத் துறையில் நன்கு சிறப்படையும் என்பது திண்ணம்.

வைத்தியமும் பொதுஜன ஆரோக்கியமும்: வைத்திய விஞ்ஞானிகளின் நிரமாலை

இந்த நூற்றுண்டுக்கு ஒரு சிறப்பான அறிகுறியாக உள்ளது தொழில்-துறையில் ஏற்பட்ட விஞ்ஞானப் புரட்சி மட்டும் அன்று. புராதனமான சிகிச்சைக் கலையிலும் இதை ஒட்டிய புரட்சி ஏற்பட்டிருப்பதும் இதன் மற்றொரு சிறப்பு. மொத்தமாகப் பார்த்தால், வைத்தியத் துறையில் விஞ்ஞானம் புகுந்தது தொழில் துறையில் அது புகுந்ததைக் காட்டிலும் சற்றுச் சமீப காலத்தில் நிகழ்ந்த காரியம். இது சம்பந்தமாக லூயி பாஸ்டியர் செய்த காரியங்களின் முக்கியத்துவத்தைப் பற்றி நாம் ஏற்கெனவே கூறிவிட்டபடியால், இங்கு அவற்றைப் பற்றி அதிகமாகக் கூறவேண்டியதில்லை. இந்தப் பிரான்சு நாட்டு இரசாயனி உயிரியல் விஞ்ஞானங்களின் துறையில் இறங்கியபோது, நடைமுறைக் காரியங்கள் மக்களின் மனத்தைவிட்டு ஒரு காலும் அதிகம் அகலாதிருந்த விஞ்ஞானக் கிளை ஒன்றில் (பக்கம் 362) அவருக்குத் தொடர்பு ஏற்பட்டது. தூய

சிகிச்சைக் கலை - art of healing. லூயி பாஸ்டியர் - Louis Pasteur.

விஞ்ஞானத்தின் முன்னேற்றம், பயன்தரு விஞ்ஞானத்தின் முன்னேற்றம், ஆகிய இரண்டுக்கும் மிகவும் அதிகமாக உதவி செய்தவர்களுக்கு ஓர் பேருதாரணமாக அவருடைய வாழ்க்கை விளங்குகிறது.

உயிரியல் விஞ்ஞானி விவசாயத்திலோ அல்லது வைத்தியத்திலோ மிக்க அக்கறை கொண்டவராக இருக்கலாம். (இந்த இரண்டு பயன்தரு துறைகளிலும் பாஸ்டியர் நெருங்கிய சம்பந்தம் உடையவர்.) சென்ற நூறு வருஷங்களாக வாவது இவ்வகை விஞ்ஞானி பௌதிகரையோ இரசாயனியையோ காட்டிலும் அதிகச் சுதந்திரத்தோடு பயன்தரு விஞ்ஞானத் துறையிலிருந்து தூய விஞ்ஞானத் துறைக்கும் அதற்கு எதிர்ப்போக்காகவும் எளிதாகச் சென்று வந்திருக்கிறார். ஒழுங்குபடுத்திய ஒரு சமூகம் விவசாயத்தோடும், வைத்தியத்தோடும், வைத்தியத் தொழிலோடும் கொண்டுள்ள பல சம்பந்தங்களில் காணப்படும் வித்தியாசங்களே இது ஒரு சிறிது இவ்வாறு தோன்றக் காரணமாக இருக்கலாம். தொழில் துறையில் இறங்கியிருப்பவர்களுக்குத் தொழிற்கலை ஆலோசனைகளை அளிப்பதைக் காட்டிலும் விவசாயிகளுக்கு (பட்டுப் பூச்சிப் பண்ணைக்காரர்களும் ஒயின் செய்பவர்களும் உட்பட) ஆலோசனை அளிப்பதற்கு அதிக மனமுடையவைகளாக அரசாங்கங்கள் காணப்படுகின்றன. புத்தமைப்பை இயற்றுபவருக்குப் பேடெண்டு உரிமையை அளிப்பதன் மூலம் சில வருஷ காலம் தனி ஏகபோக உரிமை அரசாங்கத்தால் அளிக்கப்படுகிறது. விஷயங்களைப் பண்ணைக்காரர்களின் சமூகம் முழுவதற்கும் இன்னும் நன்றாகத் தெரிவிப்பதற்காக அரசாங்கம் தன்

பட்டுப்பூச்சிப் பண்ணைக்காரர் - silk-worm cultivators. ஒயின் செய்பவர்கள் - wine-growers. பேடெண்டு - patent. தனி ஏகபோக உரிமை - monopoly.

ஆதரவின் கீழ் ஏற்படுத்தியிருக்கும் ஆராய்ச்சியை ஒருகால் இதற்கு ஈடானதாகச் சொல்லலாம்.

பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டு தொடங்கிய காலத்து விவசாய இரசாயனத்தைப் பற்றி டேவி ஒரு நூலை எழுதினார். அது முதற்கொண்டு இங்கிலாந்திலும், ஐரோப்பாக் கண்டத்திலும், இந்த நாட்டிலும் மேன்மேலும் வளர்ந்து வரும் இரசாயன-அறிவை விவசாயத்துக்குப் பயன்படுத்துவதற்கான முயற்சிகள் தொடர்ச்சியாக நிகழ்த்தப்பட்டு வந்திருக்கின்றன. உருளைக் கிழங்குக்கு ஏற்பட்ட நோயும் அதனால் 1840ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் அயர்லாந்தில் ஏற்பட்ட பஞ்சமும் பிராணிகளின் நோய்த் தத்துவங்களைக் கூர்ந்து கவனிக்கச் செய்தன. லூயி பாஸ்டியரும் மற்ற மார்க்கதரிசிகளும் செய்த காரியங்களின் விளைவாகச் சூக்கும உயிரியல் என்னும் புதிய விஞ்ஞானம் ஒன்று மிக வேகமாகத் தோன்றி முன்னேற்றம் அடைந்தது. அதனால் விவசாயிக்கு விரைவில் பல நன்மைகள் உண்டாயின. இந்த நூற்றாண்டில் பரம்பரை ஆராய்ச்சி, மேன்மேலும் செம்மைப்பட்டு வரும் முறைகளில், பயன்படுத்தப்பட்டிருக்கிறது. பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டுக் கடைசி வாக்கில் தனி மாகாணங்களும் மத்திய அரசாங்கமும் அளித்த பண உதவியால் ஆதரிக்கப்பட்ட விவசாயப் பரிசோதனை நிலையங்கள் பிராணிப் பண்ணைத் தொழிலையும் நிலவளத்தைப் பயன்படுத்தும் காரியத்தையும் மேன்மேலும் நன்றாக நடந்துவரும் செயல்களாக ஆக்கின.

சூக்கும-உயிரியலில் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்களும் புதிய மனக்கோள்களும் பயிர்களின்மீதும் உணவுப் பொருள்களின் மீதும் அக்கறை கொண்டிருப்ப

டேவி - Davy. அயர்லாந்து - Ireland. மார்க்கதரிசி - pioneer. சூக்கும-உயிரியல் - micro-biology. விவசாயப் பரிசோதனை நிலையங்கள் - agricultural experimental stations. பிராணிப் பண்ணைத்தொழில் - animal husbandry.

வர்களைவிட இரண வைத்தியருக்கும் நோய் வைத்தியருக்கும் அதிக அளவில் முக்கியமானவைகளாக இருந்தன. ஆயினும், உயிரியல்-இரசாயனியும் உடலியல் நிபுணரும் செய்துவந்த உழைப்புக்கள்தாம் வைத்தியத் துறையை உருமாற்றிய சக்திகள் என்பது இருபதாம் நூற்றுண்டு வரையிலும் தெரிந்துகொள்ளப்படவில்லை. இந்நாளில் சோதனைச்சாலை இல்லாத ஓர் ஆசுப்பத்திரி இருக்கலாம் என்று நம்மால் கற்பனையாக நினைத்துப் பார்ப்பதுகூடக் கஷ்டம். சென்ற கால்-நூற்றுண்டுக் காலத்திற்குள் வைத்திய விஞ்ஞானம் அடைந்திருக்கும் வெற்றிகள் கண்ணைக் கவர்வனவாக இருக்கின்றன. இரசாயனிகள், உயிர்-இரசாயனிகள், உயிரியல் நிபுணர்கள், பாக்டீரிய-இயல் நிபுணர்கள் ஆகியோர் நோய்-இயல் நிபுணர்களோடு மேன்மேலும் நெருங்கி ஒத்துழைத்து வருகிறார்கள். நோய்ச் சிகிச்சையில் அனுபவ-அறிவின் அளவு படிப்படியாகக் குறைக்கப்பட்டு வந்திருக்கிறது. ஆனபோதிலும், இன்றளவும் பெரும்பான்மையும் அனுபவ-அறிவை ஒட்டிய செயல் முறைகளாலேயே புதிய மருந்துகளும், புதிய செயல்முறைகளும் கண்டுபிடிக்கப்பட்டிருக்கின்றன. வாஸ்தவத்தில், மருந்து செய்யும் துறையிலும் (அதற்கு இரசாயனச் சிகிச்சை என்னும் புதுப் பெயர் சூட்டப்பட்ட போதிலும்) அனுபவ-அறிவின் அளவு அதிகமாகவே இருந்து வருகிறது. ஆனால், சென்ற பத்தாண்டில் சில புதிய மனக்கோள்கள் தோன்றி வளர்ந்திருக்கின்றன; அற்புதமான பரிசோதனைகள் நிகழ்த்தப்பட்டிருக்கின்றன.

இரசாயனி-chemist. உயிர் இரசாயனி - bio-chemist. உயிரியல் நிபுணர்-biologist. பாக்டீரிய இயல் நிபுணர் - bacteriologist. நோய்-இயல் நிபுணர் - clinician. மருந்து செய்யும் துறை-pharmacology. இரசாயனச் சிகிச்சை - chemotherapy. பத்தாண்டு - decade (நூற்றுண்டு என்பது போல).

அவை யாவும் புரட்சிகரமான விளைவுகளை உண்டாக்கக் கூடும் என்று தோன்றுகிறது.

தொழில்-துறையில், பயன்தரு ஆராய்ச்சிச் சோதனைச் சாலையிலிருந்து தொடங்கி நுகர்வோரின் வரை ஒரு சங்கிலித் தொடர் இருக்கிறது என்று பார்த்தோம். அதை ஒத்த தொடர் ஒன்று இரசாயனியும் உயிரியல் நிபுணரும் செய்துவரும் வேலையை நோய்-இயல் நிபுணரின் வேலை யோடு இணைக்கிறது. இந்த உருவகத்தை மாற்றலாம். 'உயிரியல் விஞ்ஞானங்களின் நிறமாலை' என்று ஒன்று இருப்பதாகச் சொல்லலாம் என்பது என் அபிப்பிராயம். இந்த நிறமாலையின் ஒரு கோடியில் விஞ்ஞானத்தை முன் னேறச் செய்வதில் மட்டும் அக்கறை கொண்ட நுண்-ஆராய்ச்சியாளர்களை வைப்போம்; அதன் மறுகோடியில் நோயாளிகளைக் குணப்படுத்துவதில் அக்கறை கொண்ட நோய் வைத்தியர்களையும் இரண வைத்தியர்களையும் வைப் போம். மக்கள் நோயாளிகளாக ஆகாதபடி தடுக்கும் காரியத்தில் ஈடுபட்ட பொதுஜன ஆரோக்கிய இலாக்கா வைச் சேர்ந்த நிபுணர்களையும் அவர்களோடு வைப்போம். தொழில்-துறையில் பயன்படு ஆராய்ச்சிச் சோதனைச் சாலைகள் இருக்கின்றன. இந்தத் துறையில் அவைகளுக்கு ஈடானவை வைத்தியப் பள்ளிக்கூடங்களிலும் ஆராய்ச்சி நிலையங்களிலும் இருப்பவை. அங்கே உயிர்-இரசாயனி களும் மருந்து செய் நிபுணர்களும் பாக்டீரிய-இயல் நிபுணர் களும் தங்களுடைய நுண்ணாராய்ச்சிகளை நடத்துகிறார்கள். தொழில்-துறையில் காணப்படும் எஞ்ஜினியரிங் அபி விருத்தி வர்க்கத்துக்கும், பொருள்-அமை எஞ்ஜினியரிங்

உயிரியல் விஞ்ஞானங்களின் நிறமாலை - spectrum of the biological sciences. நுண் ஆராய்ச்சியாளர்கள் - investigators. நோய்-வைத்தியர் - physician. இரணவைத்தியர் - surgeon. பொதுஜன ஆரோக்கிய இலாக்கா - Public Health Department.

வர்க்கத்துக்கும் இந்தத் துறைகளில் ஈடானது என்று நோய்-இயல் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்ட வர்க்கத்தைக் கூறலாம். தொழில்-துறையைப் போலவே இந்தத் துறையிலும் உள்ள வெவ்வேறு பகுதிகளுக்கு இடையே உறுதியான வரையறைக் கோடுகளை இடுவது கஷ்டமாக இருக்கிறது. அந்த நிறமாலையின் இப்படிப்பட்ட வெவ்வேறு தானங்களில் வேலை செய்வோருக்கு இடையே நெருங்கிய கூட்டுறவு இருக்கும்படி கவனித்துக் கொள்வது முழுமுதல் முக்கியத்துவம் உடைய செயலாகும்.

திட்டம் வகுத்த ஆராய்ச்சியும் திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளரும்

தொழில் துறைக்கும் வைத்தியத் துறைக்கும் உள்ள உபமிதியை நான் வர்ணித்திருப்பது அத்தனை பொருத்தமில்லை என்று வைத்தியத்துறை விஞ்ஞானிகளுக்குத் தோன்றலாம். ஏனென்றால், பௌதிகச் சோதனைச் சாலைகளிலோ அல்லது இரசாயனச் சோதனைச் சாலைகளிலோ உள்ள தங்கள் துணைவர்களைப் போலவே, தாங்களும் தூய விஞ்ஞானத்தில் அத்துணை ஊறிக் கிடப்பதாக அவர்கள் பலமாக வாதாடுவார்கள். நோய்-இயல் ஆராய்ச்சியாளரும் தங்களுடைய ஆராய்ச்சி அடிப்படையானது, அல்லது மூலாதாரமானது என்று பலகாலும் வற்புறுத்துவதும் உண்டு. வைத்தியத் துறையிலோ, அல்லது பற்பல தொழில்-துறை கூட்டமைப்புக்களிலோ தூய விஞ்ஞானத்துக்கும் பயன்தரு விஞ்ஞானத்துக்கும் இடையே ஒரு பயனில்லா விவாதத்தைக் கிளப்பிவிடுவதைப் போன்ற எளிதான காரியம் வேறொன்றும் இல்லை. இந்த விஷயத்தில் அடங்கிய சிக்கலான பிரச்சினைகளைத் தெளிவாக்கலாம்

அடிப்படையானது - fundamental. மூலாதாரமானது - basic.

என்னும் நம்பிக்கையோடு, அதன் பொருட்டு நான் இரண்டு உருவகங்களை உபயோகித்திருக்கிறேன். தொழில்-துறையில் சோதனைச்சாலையிலிருந்து தொடங்கி நுகர்வோர் வரையில் உள்ள 'சங்கிலி' என்னும் உருவகம் ஒன்று; வைத்தியத் துறையில் தூய ஆராய்ச்சி, பயன்தரு ஆராய்ச்சி ஆகியவற்றின் 'நிறமாலை' என்னும் உருவகம் மற்றொன்று. இந்த இரண்டிலும் தற்காலிகமான நடைமுறைக் காரியத்தில், அதாவது ஒரு பொருளை அமைப்பதற்கோ, அல்லது நோய்க்குச் சிகிச்சை செய்வதற்கோ, தங்களுடைய முயற்சிகளை முக்கியமாகச் செலுத்தி வருபவர்கள் யார் என்று தெரிந்துகொள்வது எளிது. அது போலவே, காலத்தையும் இடத்தையும் பற்றியாவது, அல்லது துகள்கள் ஒன்றோடொன்று செயல்புரிவதைப் பற்றியாவது கணிதக் கோட்பாடுகளைப் படிப்படியாக அமைத்துவரும் கோட்பாட்டுத் பௌதிகருக்கு விஞ்ஞானத்தை முன்னேறச் செய்ய வேண்டும் என்னும் உத்தேசத்தைத் தவிர வேறொரு உத்தேசமும் கிடையாது என்பதை அநேகமாக எல்லோரும் ஒப்புக்கொள்வார்கள். இந்தச் சங்கிலித் தொடரின் இரண்டு கோடிகளுக்கு இடையிலும், அல்லது இந்த நிறமாலை முழுவதிலும், எவனாவது ஒரு தனிமனிதன்—தான் செய்யும் காரியத்தின் நடைமுறை விளைவின் நிமித்தமாகவோ, அல்லது (மற்றொரு மனநிலையில்) மூலாதாரமான அல்லது அடிப்படையான ஆராய்ச்சியில் தான் ஈடுபட்டிருப்பதின் நிமித்தமாகவோ—சமூகத்தின் ஆதரவைப் பெறுவதற்கு உரியவன் என்று எடுத்துக் கூறலாம்.

சங்கிலி - chain. நிறமாலை - spectrum. காலத்தையும் இடத்தையும் பற்றி - of time and space. துகள்கள் ஒன்றோடொன்று செயல்புரிவதைப் பற்றி - of the interaction of particles. கோட்பாட்டுப் பௌதிகர் - theoretical physicist. உத்தேசம் - purpose.

இப்பொழுது இரண்டு மூன்று தலைமுறைகளாகத் தொழில்-துறையிலும் வைத்தியத்திலும் விவசாயத்திலும் ஒரு தனி-மனிதன் விஞ்ஞானத்தின் பயன்படு விளைவுகளைக் கவனிக்காமல், அதை மட்டுமே முன்னேறச் செய்திருப்பதையும், அதுவுமன்றித் தான் செய்த மற்றக்காரியங்களின் மூலமாக நடைமுறைக் கலையின் அபிவிருத்திக்குத் துணை புரிந்திருப்பதையும் நாம் பலகாலும் காண்கிறோம். உயிரியல் துறையில் இதற்குச் சிறந்த உதாரணமாக இருப்பவர் லூயி பாஸ்டியர்; பௌதிகத் துறையில் கெல்வின் பிரபு என்று கூறலாம். மேதாவிலாசம் பொருந்தியவர்களாய் உள்ளவர்கள் தூய விஞ்ஞானம் தொடங்கிப் பயன்தரு விஞ்ஞானம் ஈறாக உள்ள துறை முழுவதிலும் சஞ்சரிப்பதற்குத் திறமையுள்ளவர்களாக இருந்திருக்கிறார்கள். அதைக் கவனிக்கும்போது, ஒரு குறித்த வேளையில் ஏதாவது ஒரு சோதனைச்சாலைக்கு ஒரே ஒரு துறையின் பெயரை எழுதி ஒட்டவேண்டும் என்பது அவ்வளவு முக்கியம் இல்லை. ஒரு நவீனத் தொழில்-துறையின் ஆராய்ச்சிச் சோதனைச் சாலையைக் கவனித்தால், அடிப்படை-ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலையின் தன்மையும் பயன்தரு-ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலையின் தன்மையும் அதன் பகுதிகளாகக் காணப்படலாம். இதுபோன்ற நிலை வைத்தியப் பள்ளிக்கூடத்திலோ, அல்லது ஆராய்ச்சி நிலையத்திலோ உள்ள ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலையிலும் காணப்படலாம். நுகர்வோரின் நோக்காகப் பார்ப்பதாயிருந்தால், அந்தச் சங்கிலித்தொடர் முழுமையும் நேர்மையை உடையதாயும் ஜீவசக்தி வாய்ந்ததாயும் இருக்கவேண்டும் என்பதுதான் முக்கிய விஷயம். நோயாளியின் நோக்காகப் பார்ப்பதாயிருந்தால், அந்த

தனிமனிதன் - individual. **லூயி பாஸ்டியர்** - Louis Pasteur - **கெல்வின் பிரபு** - Lord Kelvin. **நேர்மை**-integrity- **ஜீவசக்தி** - vitality.

நிறமாலை தொடர்பு விடாத தன்மையுள்ளதாக இருக்க வேண்டும் என்பதுதான் அவனுடைய உடல்-நலத்தைப் பாதிக்கக் கூடியது.

இந்த அத்தியாயத்தில் நம் மனம்போல் அமைத்த வரையறைகளைச் சுமத்தினும் பாதகமில்லை என்று வைத்துக்கொண்டு, விஞ்ஞான நுண்-ஆராய்ச்சியைப் பற்றிய இன்னும் ஒரு பேதத்தை இங்கே காட்ட விரும்புகிறேன். இது மிகவும் முக்கியமானது என்பது என் நம்பிக்கை. ஏனென்றால், தொழில்-துறையாலும் லோகோபகாரச் செயலாலும் அரசாங்கத்தாலும் விஞ்ஞானத்துக்கு ஆதரவு அளிக்கப்பட வேண்டும் என்பதைப் பொறுத்ததாக உள்ளது இவ்விஷயம். ஒரு நூற்றுண்டுக்கு முன் வாழ்ந்த அமெச்சூர் விஞ்ஞானியும் தனிப் புத்தமைப்பாளரும் தங்களுடைய அறிவுச் சக்திகளைச் செலுத்துவதற்கு உரிய விஷயத்தை நாளுக்கு நாள் தேர்ந்தெடுப்பதில், மனம்போல் வீசும் காற்றைப்போல், தங்குதடையில்லாதவர்களாக இருந்தார்கள். முதல் முதலாக ஸ்தாபிக்கப்பட்ட ஆராய்ச்சி நிலையம் (அரசாங்க-ஸ்தாபனம்) மேதாவிலாசம் பொருந்திய ஒரு தனி-மனிதனால் நடத்தப்பட்டு வந்தபடியால், அதற்கு யாதொரு திட்டமும் இடப்படவில்லை. பொதுமக்களுக்கென்று அவர் மிகச் சிறந்த பிரசங்கங்களைச் செய்து வந்தாலும், அவருக்கு முன் அங்கு அதிகாரியாக இருந்த ஸர் ஹம்பிரி டேவி ஏற்கெனவே அதற்குச் சம்பாதித்து வைத்திருந்த விஞ்ஞானக் கீர்த்தியை அவர் இன்னும் அதிகமாக ஓங்கச் செய்ததாலும், மைக்கேல் பாரடே அந் நிலையத்தின் நிர்வாகிகளுக்குத் திருப்தி அளித்தார். வாஸ்தவத்தில்,

---

லோகோபகாரச்செயல் - philanthropy. தனிப் புத்தமைப்பாளர் - lone inventor. அறிவுச் சக்திகள் - intellectual energies. அரசாங்க நிலையம் - Royal Institute. ஸர் ஹம்பிரி டேவி - Sir Humphrey Davy. மைக்கேல் பாரடே - Michael Faraday.

பாரடேயின் வாழ்க்கையைப் பார்த்தால், 'திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளர்' என்று நான் பின்னர்ச் சுட்டப்போகும் சிற் சிலரின் செயலைக் குறிப்பதற்கு அது ஒரு சிறந்த உதாரணம் ஆகும். இரசாயனத்திலிருந்து பௌதிகத்துக்கும், அதன் எல்லாக் கிளைகளின் ஊடாகவும், அவர் சஞ்சாரம் செய்தார். பாஸ்டியரும் தம்முடைய ஆதிக்காலத்தில் இம் மாதிரியான திட்டமில்லாத ஆராய்ச்சியாளருக்கு ஓர் உதாரணமாக இருந்தார். அவர் மிக்க புகழ் பெற்றதற்குப் பின்பும், அவருக்கென்று ஓர் ஆராய்ச்சி நிலையம் சித்தமாக்கப்பட்டதற்குப் பிறகுமே, ஒரு குறிப்பிட்ட காரிய விளைவின் நிமித்தம், அதாவது மக்களின் உடல்-நலத்தை அபிவிருத்தி செய்யும் நிமித்தம், அவருக்கு விஞ்ஞானத்தைப் பயன்படுத்தும் பொருட்டு மேன்மேலும் ஒரு கட்டுப்பாடு ஏற்பட்டது. ஒளித் துறையில் இயற்கைப் பொருள்களின் செயல்களை ஒட்டிய இரசாயனத் தோற்றங்களை அவர் ஒரு காலத்தில் நுணுகி ஆராய்ந்துகொண்டிருந்தார். ஆதிக்க முள்ளவைகள் என்று அவர் அரைகுறையாக மட்டுமே உணர்ந்த சிற்சில சமூகச் சக்திகள் அவரை மீண்டும் அந்த ஆராய்ச்சித் துறைக்குத் செல்ல ஒட்டாமல் தடுத்தன, அதன் வாயிலை அடைத்துவிட்டன. எந்தக் காரணத்தின் நிமித்தமாகவேனும், ஒரு விஞ்ஞானத் துறையின் ஒரு குறிப்பிட்ட பகுதியை உட்புகுந்து ஆராய்வதை ஒரு தனி-மனிதனே அல்லது சோதனைச்சாலையோ மேற்கொள்ளுமானால், அந்த ஆராய்ச்சி ஒரு திட்டத்தால் கட்டுப்படுத்தப்பட்டதாக ஆகிவிடுகிறது. அந்தத் திட்டமானது விரிவாகவோ அல்லது குறுகியோ, விளக்கமாகக் கூறியதான சாசனங்களாலோ, அல்லது ஓர் ஒப்பந்தத்தாலோ, அல்லது பலர் அறியக் கூறப்பட்ட குறிக்கோள்களாலும் ஏற்

இரசாயனத் தோற்றங்கள் - chemical phenomena.

கெனவே கிடைத்த வெற்றிகளாலும் குறிப்பாகவோ, வரையறுக்கப்படலாம்.

இருபதாம் நூற்றூண்டு விஞ்ஞானம், புத்தமைப்பு ஆகிய இரண்டும் திட்டம் வகுத்த ஆராய்ச்சி முறையைச் சேர்ந்த தனிப் பண்புகளை மேன்மேலும் உடையவையாகக் காணப்படுகின்றன. முற்காலத்தோடு ஒத்துப் பார்க்கும் போது, திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளர் வர வர அரிதாகவே சமூகத்தினிடையே காணப்படும் 'காட்சியாக' ஆகி விட்டார். நடைமுறைக் கலைகளின் முற்போக்குக்கு ஒரு சக்தி பொருந்திய காரணியாக இருந்துவந்த ஒரு தனிப் பட்ட புத்தமைப்பாளர் இக்காலத்தில் பல துறைகளில் அநேகமாக மறைந்தே போய்விட்டார்.

ஒவ்வொரு தொழில்துறை வியாபாரக் கூட்டமும், ஒவ்வோர் ஆசுப்பத்திரியும், அல்லது ஆராய்ச்சி நிலையமும், வைத்தியப் பள்ளிக்கூடங்களில் ஒவ்வோர் இலாக்காவின் தலைவரும் வருஷந்தோறும் ஒரு திட்டத்தைத் தீர் மானித்து அமைக்கவேண்டியிருக்கிறது. அந்தத் திட்டம் எவ்வளவு விரிவாகவோ அல்லது குறுகலாகவோ வகுக்கப் படவேண்டும் என்றும், அடிப்படை ஆராய்ச்சி அத னுள்ளே எவ்வளவில் சேர்க்கப்படவேண்டும் என்றும் அவர் முடிவு செய்தாகவேண்டும். 'ஒற்றை-நோக்கு' அதாவது 'குவியியல்' தன்மையான தொழில்துறை சோத னைச்சாலைகளுக்கும் 'பலநோக்கு' அதாவது 'விரியியல்' தன்மையான சோதனைச்சாலைகளுக்கும் உள்ள வித்தி யாசத்தை சி. இ. கே. மீஸ் விளக்குகிறூர். ஆனல், பிந்திய வகையிலும்கூட, அதற்கென வகுத்த திட்டத்திற்கு ஓர்

திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளர் - uncommitted investigator. ஒற்றை நோக்கு - uni - purpose. குவியியல் - convergent. பலநோக்கு - multi - purpose. விரியியல் - divergent. ஸி. இ. கே. மீஸ் - C. E. K. Mees.

எல்லை இருந்தாகவேண்டும். 'ஒரு போக்கியப் பொருளை அனுபவிப்பதைப்போல் இந்தக் காரியத்தையும் கருதிச் செய்து வருவோமே என்று எண்ணினால் அன்றி, எடுத்துக் கொண்ட முயற்சிக்கு மிக அப்பாற்பட்ட துறைகளில் விஞ்ஞானத்தை முன்னேறச் செய்வது நியாயம் என்று சொல்லக்கூடிய கைத்தொழில் துறைகள் மிகச் சிலவே யாகும், அவற்றை 'அரிது' என்றே சொல்லலாம். அதுபோலவே, ஒரு வைத்தியப் பள்ளிக்கூடத்தில் உயிர்-இரசாயனப் பேராசிரியராக இருக்கும் ஒருவர் 'அரிய மண்களின்' இரசாயனத்தை ஒட்டிய ஏதோ ஒரு சர்ச்சையில் அக்கறை கொள்ளத் தொடங்கி, தம்முடைய சக்திகளை எல்லாம் வருஷக் கணக்காக அந்தக் குறிப்பிட்ட ஆராய்ச்சியில் செலவழித்து வருவாரானால், அந்தப் பள்ளிக்கூடக் காரியங்களில் அவர் 'ஊதியத்துக்குத் தகுந்த வேலை' செய்கிறார் என்று அங்குள்ள அவருடைய துணைவர்கள் ஒருவரும் ஒப்புக்கொள்ள மாட்டார்கள். ஆயினும், ஓர் உயிர்-இரசாயனி தம்முடைய வேலையைச் செய்துவரும்போது, நான் கற்பிதமாகக் கூறிய உதாரணத்தைப் போல், உயிரியலிலிருந்து எட்டாத் தூரத்திலுள்ள ஒரு துறையை நோக்கிச் செல்லுவதற்கு ஒரு வழியைத் திறந்துவிட நேரிடலாம். விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தின் பண்டைச்சரித்திரத்தில் தற்செயலாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டவை என்று கூறப்படும் சில விஷயங்கள் முக்கியமான பங்கு எடுத்துக்கொண்ட (பக்கம் 179) பல காரியங்கள் இந்தச் சந்தர்ப்பத்தில்

போக்கியப் பொருள் - luxury. அரிய மண்கள் - rare earths. ஆவர்த்தன அட்டவணையிலே (Periodic Table) லாந்தனம் (Lanthanum) என்னும் மூலகத்தோடு தொடங்கும் பதின்மூன்று மூலகங்கள். இவற்றின் அணு·எண் (Atomic number) **57** முதல் **71** முடிய. இவற்றை இரசாயன முறையில் பிரிப்பது சிரமம். இவை உலகில் அருகியே காணப்படுகின்றன. உலகில் அரிதாகக் காணும் மோனஸைட்டு (Monazite) முதலிய தாதுப் பொருள்களில் இவைக் கலந்திருக்கின்றன.

நினைவுக்கு வருகின்றன. திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளர்கள் என்று எவர்களையாவது கருதக்கூடுமானால், அவர்களோடு அமெச்சூர் விஞ்ஞானியைச் சேர்த்தாக வேண்டும். நவீன விஞ்ஞானத்தின் அஸ்திவாரங்கள் எல்லாம் அனேகமாக அப்பேர்ப்பட்டவர்களின் கையாலேயே கட்டப்பட்டவை.

நவீன விஞ்ஞானத்தின் சரித்திரத்தைக் கவனித்து விட்டு நிகழ்காலக் காட்சியையும் பார்க்கும்போது, திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளர்கள் எத்தனைக்கெத்தனை அதிகமாக இருக்கிறார்களோ அத்தனைக்கத்தனை நல்லது—அதாவது, அவர்கள் அறிவுத் திறனும் சக்தியும் பொருந்தியவர்களாக இருப்பார்களானால். அப்படி யென்றால், விஞ்ஞானத்தை மேன்மேலும் முன்னேறச் செய்ய முயலுவது உலகத்தி லுள்ள சுதந்திர நாடுகளின் நலத்தை நாடும் காரியம் என்னும் பாவனையை நாம் வைத்துக்கொண்டால், அவ் வகை ஆராய்ச்சியாளர்கள் அதிகமாக இருக்க இருக்க நமக்கு நல்லதுதான். இந்தப் பாவனை சரியென்று ஒப்புக் கொண்டால், திட்டமிட்ட ஆராய்ச்சி முக்கியமானது என்று மேன்மேலும் வற்புறுத்திவரும் சக்திகளைக் கவ னிப்பது பயனுள்ளதாகும். முதலாவதாகக் கவனிக்க வேண்டியவை பௌதிகத்திலும் இரசாயனத்திலும் உயிரிய லிலும் நவீனப் பரிசோதனைகளைச் செய்வதின் அளவுத்திட் டமும் செலவும் ஆகும். தனிப்பட்ட மனிதனாக இருந்து, பழங் கருவிகளாலோ, அல்லது இரவல் வாங்கிக் கொண்ட கருவி அமைப்புக்களாலோ முக்கியமான காரியங்களைச் செய்து நிறைவேற்றக்கூடியவர்கள், மிக மிகச் சிலரேயாவர்; அநேகமாக இல்லை என்றே சொல்லலாம். ஆராய்ச்சிக் குழுக்களும், நிரந்தரமாக ஸ்தாபிக்கப்பட்டவையாயும் உப

அறிவுத் திறன் - talent. சக்தி - energy. ஆராய்ச்சிக் குழு - research team. நிரந்தரமாக ஸ்தாபிக்கப்பட்ட - permanent. உபயோகித்துத் தீர்ந்துபோகக்கூடிய - expendable.

யோசித்துத் தீர்ந்துபோகக் கூடியவையாயும் உள்ள கருவி-அமைப்புக்களுக்காக வகுத்த பெரிய வரவு செலவுத் திட்டங்களும் இக்காலத்தில் இன்றியமையாதவை என்றே அனேகமாக எல்லாப் பரிசோதனையாளர்களும் கருது கிறார்கள். அப்பேர்ப்பட்ட குழுவின் காரியத் தலைவர் (முக்கிய ஆராய்ச்சியாளர் என்று அவரைக் கூறலாம்) தம் முடைய சம்பளத்தைவிடப் பத்து மடங்கு அதிகமாக உள்ள வருஷாந்திர ஆராய்ச்சி வரவு-செலவுத் திட்டத் துக்கு அதிகாரியாக நியமிக்கப்படுவது அரிதாக நிகழும் காரியமே அன்று. இதில் ஈடுபட்ட மக்கட் திறனைக் கொண்டு மட்டும் பார்த்தோமானால், மானுடத் திறமைகள் இத் துறை யில் செறிந்து, குவிந்திருப்பது புலப்படும். பண விவகாரத் தைக் கவனிக்கும்போது, ஓர் அழகற்ற வினு தலையைத் தூக்குகிறது : 'செலவுக்குப் பொறுப்பாளியாக அடிக் கையொப்பம் இடுபவர் யார்?' நிதிகளைத் தங்கள் கைவசம் உடையவர்கள் 'இந்தப் பணச் செலவெல்லாம் எதற்காக ஐயா?' என்று கேட்கலாம், இதன் விளைவாக, நடைமுறை உத்தேசங்களைச் சிறிதும் அணுக விடாததாக உள்ள சோத னைச்சாலையிலும் கூட, ஒரு திட்டத்தைச் சமர்ப்பித்து, இதற்கு நிதி-உதவி வேண்டும் என்று கேட்கலாம். தெளி வாகக் கூறப்பட்ட குறிக்கோள்கள் இருப்பது காரணமாக அந்தப் பணச் செலவு செய்வது நியாயம் என்ற நிலை ஏற்பட்டுவிட்டால், பின்பு அந்த ஆராய்ச்சியாளரைத் திட்ட மில்லா ஆராய்ச்சியாளர் என்று சொல்லமுடியாது ; அப் போது அவர் நடத்திவரும் செயலும் திட்டம் வகுக்கப் பட்ட ஆராய்ச்சி என்ற நிலையை அடைந்துவிட்டதாகும்.

காரியத் தலைவர் - active leader. முக்கிய நுண்ணாராய்ச்சியாளர் - principal investigator. மக்கட் திறன் - man-power. மானுடத் திறமை - human skill. தெளிவாகக் கூறப்பட்ட குறிக்கோள் - specified aim.

திட்டமிட்ட ஆராய்ச்சியின் அளவை அதிகப்படுத்து வதற்குக் காரணமாக உள்ள இரண்டாவது அம்சம் என்ன வென்றால், தொடரும்போது விஞ்ஞானத்தில் மட்டும் அக்கறை கொண்டவராக இருந்த ஓர் ஆராய்ச்சியாளர் நாளடைவில் நடைமுறைப் பிரச்சினைகளில் தம் மனத்தைப் பறிகொடுத்தவராக ஆகிவிடும் சுபாவமே யாகும். இரசா யனத்திலும் பௌதிகத்திலும் இது உண்மை. இவ்விரண் டிலும் பயன்படும் நடைமுறைக் காரியமானது தொழில் துறையில் நிலை பெற்றிருக்கிறது. வைத்திய விஞ்ஞானத் திலும் உயிரியல் விஞ்ஞானத்திலும் இது இன்னும் விசேஷ மாக உண்மை. இவற்றின் நிறமாலையிலும் தூய விஞ்ஞானக் கோடியிலிருந்து பயன்தரு விஞ்ஞானக் கோடிக்குச் செல்வ தற்கு ஓர் ஆசையும் பாசமும் எப்பொழுதும் இருந்து கொண்டே இருக்கும். இந்நாளில் பயன்படு ஆராய்ச்சி யின் முக்கியத்துவத்தை வற்புறுவதற்கு எத்தனையோ அம்சங்கள் ஏதுக்களாக இருக்கின்றன. சிலவேளைகளில் அவை நிதி சம்பந்தமானவையாகவும் இருக்கின்றன. ஓர் ஆராய்ச்சியாளர் பயன்படு பிரச்சினைகளில்—அதாவது ஒரு தொழில்துறைச் சோதனைச்சாலைக்குச் செல்வதாலோ, அல்லது மதிப்பான ஊதியம் பெற்று ஆலோசனை கூறும் நிபுணராக ஆவதாலோ—முழுதும் ஈடுபட்டுவிடுவாரானால், அவரது வாழ்க்கை நிலை நன்கு உயர்வடையக் கூடும். மற்றைய சந்தர்ப்பங்களிலும் கவனிக்கப்படவேண்டிய விஷயங்கள் நிதி சம்பந்தமான விஷயங்களாக இருக்கலாம். ஆனால், மேற்கூறிய காரியத்தில் போல் அவை ஒருவரின் சொந்த நிலையை அவ்வளவு பொறுத்தவையாக இல்லாமல் இருக்கலாம். பயன்படு திட்டங்களுக்கான ஆராய்ச்சி களுக்கு வேண்டிய வரவு செலவுத் திட்டங்களின் அளவு

திட்டமிட்ட ஆராய்ச்சி - programmatic research.

சாதாரணமாக விஞ்ஞான முன்னேற்றத்தில் மட்டும் கருத்துள்ள நிபுணர்களுக்குக் கிடைக்கக்கூடியதைக் காட்டிலும் அதிகமாயிருக்கிறது. ஆனால், நிதி சம்பந்தமான இவ்வகைத் தூண்டுதல்களைக் காட்டிலும் பொதுஜன அபிப்பிராயங்களால் தோன்றும் சூக்குமமான சக்திகளே முக்கியமானவை என்று கருதவேண்டும். இந்தத் துறையின் நெடுங்காலப் போக்கைப் பார்த்தால், தங்களுடைய உழைப்பின் பொருட்டு ஏதாவதொரு வகையான வெகுமானத்தை எதிர்பார்க்காமலே உழைத்திருக்கும் விஞ்ஞானிகள்—இல்லை என்று சொல்லும் அளவில்—அரிதாகவே காணப்படுகின்றனர். (ஒரு விஷயத்தை முதல் முதலாகக் கண்டுபிடித்தவர் யார் என்பதைப் பற்றி அடிக்கடி விவாதங்கள் தோன்றியிருப்பது ஒன்றே இது உண்மை என்று நிரூபிக்கப் போதுமானது.) இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுவில், யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸில் வாழும் ஒருவர் ஏதாவதொரு நடைமுறைப் பயன்பாட்டுக்கு வெகுதூரம் அப்பாற்பட்ட துறைகளில் விஞ்ஞான ஆராய்ச்சி செய்யும் பொருட்டுத் தம் வாழ்நாளை அர்ப்பணம் செய்வதெல்லாம் எதற்காக ? பொது ஜனங்களுக்கென்று விஞ்ஞான விஷயங்களைப் பற்றி எழுதும் எழுத்தாளர்கள் அவருடைய உழைப்பைத் தவறாகத் திரித்துப் பெருமைப்படுத்தினாலும், அவர் கூசி நடுங்கும் அளவுக்கு அவருடைய செயலைப் பெரிதாக 'ஊதி உப்பச் செய்தாலும்' ஒழிய, அவர் ஈடுபட்டிருக்கும் பெரு முயற்சியில் அவர் வெற்றி பெற்றாரா அல்லது தோல்வி யடைந்தாரா என்று யாராவது கவனிக்கிறார்கள் என்று நினைக்கிறீர்களா ?

விஞ்ஞான முன்னேற்றம் என்பதற்காக மட்டும் தங்கள் ஆயுளை அர்ப்பணம் செய்பவர்கள் ஒரு பிரும்மாண்டமான சூதாட்டத்தில்—அது எவ்வகையாகவாவது

பயன்படுமா என்பதைப் பற்றி யாதொரு சிந்தனையும் இல்லாமல்—ஈடுபட்டிருக்கிறார்கள் என்பதைப் பாமரர்கள் அனேகமாக நினைப்பதேயில்லை. அந்த விஞ்ஞானிகள் பெறக்கூடிய வெற்றியோ, தோல்வியோ அவர்கள் ஏதேனும் புதிய மனக்கோள்களை முறைபடக் கூறுவதையோ, அல்லது நடைமுறைத் துறை அல்லாத ஒரு மனக்கோட் துறையில் பயனளிக்கக் கூடிய எவ் விஷயத்தையாவது ஒரு பரிசோதனையின் மூலமாகக் கண்டுபிடிப்பதையோ பொறுத்திருக்கிறது. நம்முடைய அறிவில் (நடைமுறைக் காரியம் என்பது வேறு) அடங்கிய அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதற்கான இந்தப் பெருமுயற்சியின் நிமித்தம் 'அழைக்கப்படுபவர் பலர்; தேர்ந்தெடுக்கப் படுபவர் சிலர்' என்று நன்கு கூறலாம். இவ்வகையான விஞ்ஞான வேலையில் பல வருஷ காலம் ஈடுபட்டு வந்திருப் பவர்களால் மட்டுமே இதிலுள்ள ஆபத்து எவ்வளவு அதிகம் என்பதையும், அந்த ஆபத்தினால் உண்டாகும் மனவெழுச்சிகளின் விளைவுகள் எப்பேர்ப்பட்டவை என் பதையும் முழுதும் தெரிந்துகொள்ள முடியும். ஆகவே, சென்ற பத்தாண்டில் அறிவுத் திறமை வாய்ந்த ஆராய்ச்சி யாளர்கள் இந்த நிறமாலையின் ஒரு கோடியிலிருந்து மறு கோடிவரை இடைவிடாமல் முன்னும் பின்னுமாகச் சென்று வருவதை நாம் காண்கிறோம். இது அத்தனை ஆச்சரியமுமன்று. பயன்தரு விஞ்ஞானத்தின் துறைகளில் அதிருஷ்ட காலம் ஏற்படுவதற்கு அதிக வாய்ப்புக்கள் நேரிடுகின்றன என்று தோன்றுகிறது. பொதுஜன மதிப் பின் மூலமாகக் கைமேல் கிடைக்கும் பரிசுகளும் இத் துறைகளில் மிக அதிகமாகக் காணப்படுகின்றன.

அழைக்கப்படுபவர் பலர்; தேர்ந்தெடுக்கப்படுபவர் சிலர் - Many are called, but few are chosen.

ஆனால், நாம் மேலே கூறிய முன்னும் பின்னுமான யாத்திரையானது, சிற்சில சந்தர்ப்பங்களில், சமூகத்துக்கு முக்கியமான காரியமாக இருக்கிறது என்பதையும் நாம் ஒப்புக்கொள்ள வேண்டும்; சந்தேகமில்லை. தொழில் துறைச் சங்கிலி முழுவதிலும், வைத்திய விஞ்ஞானங்களின் நிரமாலை முழுவதிலும், முதல்தரமான நிபுணர்கள் அங்கங்கே சிதறி இருப்பது மிக அவசியம். ஆராய்ச்சித் துறையில் வேலை செய்பவர்களுக்கு அளிக்கப்படும் பயிற்சியைக் கவனித்தால், அவர்கள் தொடங்கும்போது அநேகமாகத் தூய விஞ்ஞானப் பிரச்சினைகளில் அக்கறை கொண்டுள்ளவர்களாகவே இருப்பார்கள் என்பது நிச்சயம். ஆனால், முக்கியமான புரட்சிகளும் மூளைக்குருத்துப் போன்ற கருத்துக்களும் திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளரிடமிருந்தே தோன்றியிருக்கின்றன. சரித்திரம் காட்டுவது இதுதான் என்று நான் எண்ணுகிறேன். இது உண்மையாக இருந்தால், யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸில் இப்போது காணப்படும் போக்கு விஞ்ஞானத்துக்கு வருங்காலத்தில் பேராபாயங்களை விளைவிப்பதாக இருக்கும். திறமை வாய்ந்த ஒருவரை ஓர் ஆராய்ச்சித் திட்டத்துக்குக் கட்டுப்பட்டவராக ஆக்கிவிட்டாலும் கூட, மற்றத் துறைகளில் பயனுள்ளதாகத் தோன்றும் ஒரு புதிய உளவு காணப்பட்டால், அவர் தாம் செய்துவரும் வேலையை விட்டுவிட்டு அதைத் தொடரும் பொருட்டுச் சட்டென்று திரும்பிச் செல்வார் என்று எளிதாகச் சொல்லிவிடலாம். ஆனால், பழங் கதைகளைப் பார்த்தால், நடந்தது எல்லாம் இதற்கு நேர் விரோதமாக இருந்திருப்பதுபோல் தோன்றுகிறது. மனச்சாட்சியுள்ளவரும் திறமையுள்ளவருமான ஓர் இரசாயனி ஓர் அரசாங்க இலாக்காவின் தலைவராக இருந்ததும், அரிய வாயுக்களைக் கண்டுபிடிப்பதற்கு உதவக்கூடிய உளவைத் தொடர்ந்து

செல்லத் தவறியதுமான விஷயம் இப்போது நம்முடைய நினைவுக்கு வருகிறது. அவ் வாயுக்களைக் கண்டுபிடித்த பெருமை தமக்கு இல்லாமற் போனதற்குக் காரணம் இன்னதென்று அவரே கூறிய விவரணம் (பக்கம் 200) முக்கியமானது. 'ஆயத்தமாக உள்ள மனத்துக்கே அதிருஷ்டம் சலுகை காட்டும்', வாஸ்தவம்தான். ஆனால் அந்த மனம் சமூகச் சூழ்நிலைகளின் சிக்கலான செயல் முறைகளால் ஆயத்தமான மனமாக இருக்கவேண்டும். அப்படிப்பட்ட மனம் ஒன்றுதான், அந்தக் காரியத்தி லிருந்து உண்டாகக்கூடிய நன்மைகள் எல்லாம் கோட் பாட்டு அறிவு சம்பந்தமானவையாக மட்டும் இருக்கும் போதுகூட, அதில் பெரும் பணயம் வைத்துச் சூதாடு வதற்குத் தயாராக இருக்கும்.

பல்கலைக் கழகங்களின் காரியம்

ஓர் ஆராய்ச்சிக் குழுவின் பொறுப்பான அங்கத்தினர் களாக இருப்பதற்குத் தகுதியுடையவர்களில் பலர் விஞ் ஞான மார்க்கதரிசிகளாக இருப்பதற்கு வேண்டிய விசேஷத் திறமைகளை உடையவர்களாக இருப்பதில்லை என்பதைத் தடையின்றி ஒப்புக்கொண்டாக வேண்டும்; இதில் சந்தேக மில்லை. நெடுங்காலமாக நடந்துவந்திருக்கும் விஷயங்களைக் கவனித்தால், விஞ்ஞானத் துறைக்கு யாதொரு விஷய தானமும் செய்யாதவர்களாகவோ அல்லது மிகவும் சொற் பமான அளவில் விஷயதானம் செய்தவர்களாகவோ இருந்தபோதிலும் செய்தித் தொகுதியை வளர்த்தவர்களாக இருக்கும் திட்டமில்லா நுண்ணாராய்ச்சியாளர்கள் பலர் இருந்திருக்கிறார்கள் என்பது தெரியவரும். ஆயினும்

ஆயத்தமாக உள்ள மனத்துக்கே அதிருஷ்டம் சலுகை காட்டும் - Chance favours the prepared mind.

அவர்களுடைய முயற்சிகள் நன்கு சிந்தித்து அமைத்த ஒரு திட்டத்தின் பகுதியாக இருந்திருக்குமானால், அவர்களால் சமூகத்துக்கு இன்னும் அதிகப் பயன் ஏற்பட்டிருக்கும். ஆனால், ஐம்பது வருஷங்களுக்கு முன்னால் விஞ்ஞானத்தின் நிலை மட்டுக்கு மிஞ்சித் தனி மனிதனைப் பொறுத்ததாயும், அராஜகமானதாயும் (அதாவது ஒழுங்குபடாததாயும்) இருந்தது. இப்பொழுது அதற்கு நேரக் கூடிய ஆபத்து இதற்கு நேர் எதிரிடையான ஒரு நிலையில் அடங்கியிருக்கிறது. கோட்பாட்டு விஞ்ஞானத்தின் 'எதிர்பாரா மூலை' ஒன்றைச் சட்டென்று சுற்றிச் செல்லக் கூடிய அறிஞருக்குச் சில வேளைகளில் தொழில்-துறைச் சோதனைச்சாலைகளிலும்கூட ஓரளவு சௌகரியமான வசதி கிடைப்பதுண்டு. பரந்த திட்டங்களின்படியே நடந்துவர வேண்டும் என்று திட்டம் வகுத்த ஆராய்ச்சி நிலையங்களிலும்கூட இவ்வகையான நிலை காணப்படுகிறது. பொதுவாகப் பார்த்தால், திட்டமில்லா ஆராய்ச்சியாளர் வேலை செய்து வருவதற்கான இடம் சர்வகலாசாலைகளாக இருக்க வேண்டும். இந்த விஷயத்தில் நான் அதிக அளவில் மனச்சாய்வுள்ள (பாரபட்சமுள்ள) சாட்சி என்பது தெளிவு. ஆகையால், ஈஸ்ட்மன் கோடாக் கம்பெனியாரின் துணைத் தலைவராக இருந்து அதன் ஆராய்ச்சியை நிர்வகித்துவரும் டாக்டர் சி. இ. கே. மீஸ் என்பவர் தாம் எழுதிய **தொழில் துறை விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் ஒழுங்கமைப்பு(1950)** என்னும் நூலில் கூறிய பாரபட்சமில்லாத சாட்சியத்தை

எதிர்பாரா மூலை – unexpected corner. மூலை வரையில் தெரியும்; அதற்கு அப்பால் தெரியாது. எதிர்பாராதபடி சௌகரியமான நிலை ஒன்று மூலை திரும்பியவுடன் தோன்றும் நிலையே எதிர்பாரா மூலை எனப்படுகிறது. மனச்சாய்வுள்ள - prejudiced. ஈஸ்ட்மன் கோடக் கம்பெனி - Eastman Kodak Company. சி. இ. கே. மீஸ் - C. E. K. Mees. **தொழில் துறை விஞ்ஞான ஆராய்ச்சியின் ஒழுங்கமைப்பு**-*The Organisation of Industrial Scientific Research.*

இங்கே எடுத்துக் காட்டுகிறேன். விஞ்ஞான அறிவு முன்னேறச் செய்வதைப் பற்றிக் கூறும்போது அவர் பின்வருமாறு எழுதுகிறார் :

'மற்றவைகள் எல்லாவற்றையுமே அடிப்படையில் தாங்கி வரும் மூலாதாரமான நிலையம் பல்கலைக் கழகத்தின் இலாக்காவாகும். மற்றெல்லா நிலையங்களிலிருந்தும் இது வித்தியாசப்படும் அம்சம் எது என்றால், வெளிப் புறத்திலிருந்து அந்த நிலையத்துக்கு யாதொரு விதமான கட்டளையும் பிறப்பதில்லை, பிறக்கவும் கூடாது என்பதுதான். மேலும், ஆராய்ச்சி விஷயத்தைத் தேர்ந்தெடுப்பதிலும் அதற்குப் பூரண சுதந்தரம் இருந்து வருகிறது. விஞ்ஞான முன்னேற்றத்திற்குக் காரணமாக உள்ள புதிய கருத்துக்களில் பெரும்பான்மையும் பல்கலைக் கழகங்களிலிருந்தே வரக் கூடும். ஏனென்றால், மற்றெல்லா நிலையங்களிலும் வேலைக்கு உரியவை எவை என்று தேர்ந்தெடுக்கும் காரியத்தில் ஏதாவதொரு தடை இருக்கிறது; அப்படிப்பட்ட கட்டுப்பாடும் அநேகமாக எப்பொழுதுமே அவைகளில் இருந்து கொண்டிருக்கும்.

பல்கலைக் கழகங்கள் செய்யும் காரியங்களைப் பற்றிய இந்தச் சுருக்கமான விவரணத்தோடு மற்றும் சில விஷயங்களையும் சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும். நெடுங்கால மரபுகள் காரணமாக, பல்கலைக் கழகத்தில் பேராசிரியராக இருப்பவர் தம்முடைய புலமைக் காரியங்கள் சம்பந்தப்பட்ட மட்டில், பூரண சுதந்தரம் உடையவர் என்று கூறலாம். அவருக்கு அங்கே ஒரு சாசுவதமான பதவி கிடைத்ததும், கல்வியைப் போதிப்பதையும் அறிவை ஓங்கி வளரச் செய்வதையுமே குறிக்கோளாக உடைய புலவர்

மரபு - tradition. நிலைப்பேறுள்ள - permanent. புலவர் சமூகம் - community of scholars.

சமூகம் ஒன்றில் அவர் ஆயுட்கால அங்கத்தினர் ஆகி விடுகிறார். கல்வி போதிக்கும் சீரிய தொண்டில் தமது கடமையாக உள்ள பகுதியை நிறைவேற்றிவர வேண்டும் என்று நியமப்படுத்திய கட்டுப்பாடுகளுக்கும் பொறுப்புக் களுக்கும் அவர் உள்ளாகியவர். தாம் சிறந்ததென்று காணுமாறே அறிவை முன்னேறச் செய்துவரவேண்டும் என்னும் ஓர் அறநிலைக் கடனும் அவருக்கு உண்டு. அப் படியிருப்பதால், அவர் தம்முடைய சிந்தனைப் போக்கில் ஒரு 'குருட்டுச் சந்துக்குள்' சென்று, அங்கிருந்து வெளி வரமுடியாமல் ஒரு வருஷமோ, அல்லது பத்தாண்டுக் காலமோ, அல்லது தம் ஆயுள் முழுதுமேயோ இருந்தாலும், அது அவருடைய காரியம். அந்தக் கல்வித் துறை நிர் வாகத்தில் அவரைப் போலவே சாசுவதமான அங்கத்தினர் களாக உள்ள அவருடைய கல்வித் துறைத் துணைவர்கள் அவர் பயனற்று, மலடாகப் போனதைப் பற்றி வருந்து வார்கள். ஆனால், அவர்களால் அதைக் குறித்து வேறு ஒன்றும் செய்ய முடியாது; செய்யப்படவும் கூடாது. நிஜ நிலையில் பார்த்தாலும், அவருடைய கடமை இரு கிளை களாக உள்ளது; ஆகையால், தமது போதனைச் செயலால் தமக்குக் கிடைக்கும் வெற்றியிலிருந்து ஓரளவு திருப்தி அவருக்கு ஏற்படலாம். ஆராய்ச்சித் துறையில் வெற்றி கைகூடாத (அல்லது அதிர்ஷ்டமில்லாத) எத்தனையோ ஆராய்ச்சியாளர்கள் தங்களுக்கு ஏற்பட்ட குறைபாட்டை இவ்வகையாகவே நிறைவுபடுத்தியிருக்கிறார்கள். பல்கலைக் கழகங்களில் மட்டுமே இப்படி நிகழ்வது சாத்தியமாயிருக் கிறது. ஆகையால் தூய விஞ்ஞானத்தில் மட்டுமே அக் கறை கொண்ட ஒருவர் திருப்திகரமான நல்வாழ்க்கை

அறநிலைக் கடன் - moral obligation. குருட்டுச் சந்து - blind alley. ஒரேயொரு வாயிலை உடைய சந்து; போன வழியிலே திரும்பவேண்டிய சந்து. சாசுவதமான - permanent. மலடாக - sterile.

புரிவதற்கு இவ் வழிகளில் ஒன்றின் மூலமாகவோ அல்லது மற்றொன்றின் மூலமாகவோ வசதிகள் கிடைக்கக் கூடிய இடங்கள் அவைகளே ஆகும்.

இப்படிக் கூறப்பட்ட விஷயங்கள் ஒரு பல்கலைக்கழகத்தில் உத்தியோகம் பெற்ற நிரந்தரமான அங்கத்தினர்கள் எல்லாருக்குமே பொருந்தும். ஆனபோதிலும், அங்கும் கூட நுண்ணாராய்ச்சியாளர்களின் ஆராய்ச்சிக் காரியங்களையும் ஓரளவு கட்டுப்படுத்துப்வையான அதிகார நிர்ப்பந்தங்கள் சில வேளைகளில் ஏற்படுவதுண்டு. வாஸ்தவத்தில், ஒரு துறையில் அதிக விலையுள்ள கருவி அமைப்புக்களும் வேலை செய்யப் பல பேரும் தேவை என்று வந்துவிட்டால், இப் பேர்ப்பட்ட நிர்ப்பந்தங்கள் உடனே தோன்றத் தொடங்குகின்றன. இத்தகைய பண உதவி பல்கலைக்கழகத்திலிருந்து வந்தாலும், அல்லது பொதுஜனங்களாலோ அல்லது அரசாங்கத்தாலோ ஒரு பல்கலைக்கழகத்துக்கு அளிக்கப்பட்ட 'வெளி நன்கொடைகளாக' இருந்தாலும், அவ்வுதவி அந்தப் பேராசிரியர் கூறிய 'பிரேரணைத்திட்டம்' ஒன்றோடு பலமாகப் பிணைக்கப்பட்டதாக ஆகிவிடுகிறது. அந்தத் திட்டத்தில் குறிப்பிட்டிருக்கும் போக்கிலேயே தொடர்ந்து செல்லவேண்டும் என்னும் நிர்ணயமான கட்டுப்பாட்டுக்கு அவர் உள்ளடங்கி நடப்பதாக ஒப்புக்கொண்டவர்; பயன்களையுடைய விளைவுகளை அகத்தியமாகக் காட்டவேண்டிய நிர்ப்பந்தத்துக்கு உட்பட்டவர். அப்படிப்பட்ட கட்டுப்பாடுகளும் நிர்ப்பந்தங்களும் கெடுதலானவையாகத்தான் இருக்க வேண்டும் என்பது அவசியமில்லை. ஆயினும், அவை விஞ்ஞானியின் சுதந்திரத்தை வரம்பிட்டுக் கட்டுப்படுத்துகின்றன. அவை அவரைப் பயன்படு விஞ்ஞானத்துறையை

வெளி நன்கொடைகள் - outside grants. பிரேரணைத் திட்டம் - project.

நோக்கிச் செல்லச் செய்யவல்ல தன்மையுள்ளவைகளாக இருக்கலாம் ; அப்படி இல்லாமலும் இருக்கலாம். ஆனால் பலகாலும் அவை அவரை அத்துறைக்கு இழுத்துத்தான் செல்கின்றன. இந்த உண்மையை நிரூபிப்பதற்கு எத்தனையோ உதாரணங்களைக் காட்டலாம். நுண்ணாராய்ச்சியாளர்களை மட்டுக்கு மிஞ்சிக் கட்டுப்படுத்தாமல், அவர்களில் பலர் ஒரு கூட்டமாகச் சேர்ந்து ஆராய்ச்சியை நடத்துவதற்கும், மிகவும் விலையுயர்ந்த கருவிகளை அவர்கள் உபயோகிப்பதற்கும் ஒரு திருப்திகரமான வழியை வான சாஸ்திரிகள் பல வருஷங்களுக்கு முன்னாலேயே கண்டு பிடித்துவிட்டதாகத் தெரிகிறது. இது குறிப்பிடத்தக்க விஷயம். ஆனால், அவர்கள் விஷயத்தில், அவர்கள் பயன்படு ஆராய்ச்சியை மேற்கொள்ள வேண்டும் என்னும் நிர்ப்பந்தம் இருப்பதற்கு இடமே இல்லை.

மேற்கூறியதிலிருந்து பல்கலைக் கழக உத்தியோகங்கள் எல்லாம் அவற்றில் பலரையும் சேரச் செய்யும் அளவுக்கு, இயன்றமட்டில் கவர்ச்சிகரமாக அமைக்கப்படவேண்டும் என்பது தெரியவருகிறது. அப்படியென்றால், விஞ்ஞானத்தில் தீவிரமான பற்றுடைய ஒருவருக்கு, அவர் செய்ய விரும்பும் வகையைச் சார்ந்த விஞ்ஞான வேலையை எப்போது வேண்டுமானாலும் செய்வதற்கேற்ற மிகச் சிறந்த வாய்ப்புக்கள் அளிக்கப்படவேண்டும். அவருக்கு வகுத்துக் கொடுத்திருக்கும் திட்டமும் விறைப்பாக இல்லாமல், நன்கு வளைந்து கொடுக்கக் கூடியதாக இருக்கவேண்டும். அந்தத் திட்டத்தை நடத்தித்தான் ஆகவேண்டும் என்னும் நிர்ப்பந்தமான கடமை மிகக் குறைவாகவே சுமத்தப்பட

மிகச் சிறந்த வாய்ப்புக்கள் - excellent opportunities. நன்கு வளைந்து கொடுக்கக்கூடியது - maximum of flexibility, உதவி நிதிகள் - grants-in-aid. திட்டம் - project. மதிப்பிடு - appraise.

வேண்டும். அளிக்கப்படும் உதவி நிதிகள் ஒரு திட்டத்தைக் குறித்து அளிக்கப்படாமல், ஓர் ஆராய்ச்சியாளருக்கென்றே அளிக்கப்படவேண்டும். ஆராய்ச்சியை ஆதரிப்பதற்கான நிதிகளைப் பரிபாலிப்பவரை நோக்கி இடைவிடாமல் செய்யவேண்டிய எச்சரிக்கை இதுவே: 'திட்டத்தை மதிப்பிடாதீர்கள். பிரேரிக்கப்பட்ட ஆராய்ச்சியாளரை மதிப்பிடுங்கள். விஷயத்தின் மீது பணயம் வைக்காமல், ஆளின் மீது பணயம் வையுங்கள். சூதாட்டத்தில் வெற்றி பெறுபவர்கள் பலரும் செய்வதைப் போல, நீங்களும் உங்கள் உள்ளொளி சுட்டுவதைப் பலமாக ஆதரியுங்கள். சிறுகச் சிறுகத் தொகைகளைப் பரந்த துறைகளில் சிதற விட்டு, வீணுகப் பண விரயம் செய்யாதீர்கள்'.

இக்காலத்தில் ஒழுங்காகத் திட்டமிட்ட ஆராய்ச்சியின் பக்கமாக 'அபிப்பிராய-ஊசல்' அதிகமாக வீசுவதான ஆபத்து நேரும்போல் என் மனத்தில் படுகிறது. 'யாதொரு நியமும் இல்லாமல் பணத்தை வாரிக் கொட்டினுல், விஞ்ஞானத் துறையில் வேலை நடவாமல் சும்மா இருந்துவிடுவார்கள்' என்று சிலர் கவலைப்படுகிருர்கள். அவர்களுக்குச் சொல்ல வேண்டியது 'தொழில்துறையில் போலவே விஞ்ஞானத் துறையிலும் நல்ல முறையில் நிகழும் போட்டி-மனப்பான்மை அப்பேர்ப்பட்ட தவறு நிகழ இடங்கொடாது; அதைத் திருத்தவல்ல வலிமை அதற்கு உண்டு' என்பதே யாகும். ஆராய்ச்சியில் தூய துறை, பயன்படு துறை ஆகிய இரண்டிலும் (வைத்தியப் பள்ளிக்கூடங்கள், ஆசுபத்திரிகள், பல்கலைக் கழகச் சோதனைச் சாலைகள், ஆராய்ச்சி நிலையங்கள், பரிசோதனை ஸ்தாபனம் ஆகியவை போன்ற) வலிமை பொருந்திய

பணயம் வை - bet. ஆள் - man. உள்ளொளி - hunch. ஊசல் - pendulum. பரிசோதனை ஸ்தாபனம் - experiment station.

நடுநிலைகள் இருப்பது முதல்தரமான முக்கியத்துவம் பொருந்தியது. இவைகளை நடத்தும் நிர்வாகம் நன்றாக அமைந்திருக்குமானால், அது இந்த நடுநிலைகளில் ஒவ்வொன்றுக்கும் பொறுப்புள்ள தலைமைப் பதவியை ஏற்கத் தகுதி வாய்ந்த, மிகச் சிறந்த ஆராய்ச்சியாளர்களைத் தேடிப் பிடிக்க அக்கறையோடு முயலும்.

இந்த நல்ல மனநிலை எங்கும் மேலோங்கியிருந்தால், வெளியிலிருந்து இந்த நிலையங்களுக்குப் பெருகிவரும் பண உதவி ஆட்களின் மீது பணயம் வைப்பதாக இருக்குமே தவிரத் திட்டங்களின் மீது பணயம் வைப்பதாக இராது. பொது மக்களின் நன்கொடை பெற்ற ஸ்தாபனங்கள் இந்தக் கொள்கையையே, இரசாயனம் பௌதிகம் உயிரியல் என்னும் அடிப்படை விஞ்ஞானங்களிலாவது, மேன்மேலும் பின்பற்றி வருகின்றன. அப்படிச் செய்யும்போது ஜெர்மனியில், அந்நாடு விஞ்ஞானத் துறையில் பெருமை பெற்றிருந்த காலத்தில் (1850-1953), நிலைநாட்டப்பட்ட மாதிரியை அவை, அறிந்தோ அறியாமலோ, பின்பற்றி வருகின்றன. அக்காலத்தில் ஜெர்மனியிலுள்ள ஒரு டஜனோ அல்லது அதற்கு மேலோ உள்ள பல்கலைக் கழகங்களுக்கு இடையே தீவிரமான அறிவுத்துறைப் போட்டி இருந்தது. இதுவே அந்த நாட்டை விஞ்ஞானத்தின் முன்னணியில் கொணரவல்ல காரணமாக இருந்தது. ஜெர்மனி போராதிக்கம் பெற்றிருந்த காலத்தில், அங்கு உயர்தரக் கல்வித் துறையில் வருந்தத்தக்க அம்சங்கள் எத்தனையோ இருந்தன என்பது பலருக்கும் தெரியும். ஆனால், அறிவை முன்னேறச் செய்யும் நோக்கோடு பார்ப்பதாயிருந்தால், பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டில் ஜெர்மன்மொழி பேசி வந்த மக்களிடையே காணப்பட்ட அபிப்பிராயச் சூழ்நிலையை

அபிப்பிராயச் சூழ்நிலை – climate of opinion.

ஒத்த சூழ்நிலையை வேறு எந்த நாட்டிலுமே காண முடியாது.

மேலும் விஞ்ஞானம் எதற்காக ?

பொதுவாகப் பார்த்தால், கைத்தொழிலுக்கோ, வைத்தியத்திற்கோ, அல்லது போருக்கு ஆயத்தம் செய்வதற்கோ பயன் ஏற்படுவதற்காக ஆராய்ச்சியின் பொருட்டு ஏராளமான பணச் செலவு செய்வது அவசியம் என்று அமெரிக்கப் பொதுமக்களுக்கு ஒரு நம்பிக்கை ஏற்பட்டிருப்பதாகத் தெரிகிறது. (கடைசியாகச் சொன்ன போரின் ஆயத்தத்தைப் பற்றி அடுத்த அத்தியாயத்தில் கூறுவோம்.) ஆனால், பொதுமக்களும் அரசாங்கமும் அளிக்கும் நிதிகளை எப்படிச் செலவழிப்பது என்ற தீர்மானங்களைச் செய்ய வேண்டிய அதிகாரம் பெற்றுள்ளவர்கள் அடிப்படை ஆராய்ச்சியை ஆதரிப்பதற்குப் பலகாலும் மனமில்லாதவர்களாக இருக்கிறார்கள். அல்லது, அவர்கள் தூய விஞ்ஞானத்துக்கும் பயன்படு விஞ்ஞானத்துக்கும் உள்ள வித்தியாசத்தை உணராதவர்களாய், தங்களுடைய மனத்தில் ஒரு குழப்பமுடையவர்களாக இருக்கிறார்கள். இந்தக் குழப்பத்துக்கு உரிய காரணங்களை ஏற்கெனவே குறிப்பிட்டாய் விட்டது. நவீனத் தொழில் துறையில் விஞ்ஞானமும் புத்தமைப்பும் உருகி ஒன்றாக இணைந்ததன் விளைவாகவே அக்காரணங்க்ள் தோன்றியிருக்கின்றன.

சுதந்திரமுள்ள சமூகம் ஒன்று விஞ்ஞான ஆராய்வுகளை நடத்திவருவதை ஆதரிப்பதற்கு அனுகூலமாகத் தனிப்பட்ட பற்பல வகையான காரணங்களைக் கூறலாம். 'மறுமலர்ச்சிக் காலத்துச் சிற்றரசர்கள் ஓவியர்களையும் கலைஞர்களையும் எக்காரணத்தால் ஆதரித்தார்களோ அக்காரணங்

மறுமலர்ச்சி - Renaissance.

களின் நிமித்தமே நாகரிகம் பெற்ற ஒவ்வொரு நாடும் தன் அறிஞர்களை ஆதரிக்க விரும்பும் அல்லவா?" என்று விஞ்ஞானிக்குக் கட்சி சொல்லத் தோன்றுகிறது. அப்படிப்பட்ட கட்சி பதினேழாம் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டுகளில் வாழ்ந்த அமெச்சூர் விஞ்ஞானிகளின் மனநிலையிலிருந்து தோன்றியதாகக் காண்கிறது. 'கலையை வளர்ப்பது கலையின் பொருட்டே' என்னும் சித்தாந்தத்தை ஸ்தாபிக்கும் அளவுக்கு அது வந்துவிடும்போல் தோன்றுகிறது. சிற்சில வகைத் தனிமக்கள் நுண்ணாராய்ச்சியாளர்களாகச் செயல் புரிந்து வெற்றி பெற வேண்டுமானால், அவர்கள் அப்பேர்ப்பட்ட நம்பிக்கைகளைக் கடைப்பிடிப்பது அவசியமாக இருக்கலாம். இந்த விஷயத்தைப் பற்றிய விவாதத்தில், இதற்கு எதிர்க்கட்சியை எடுத்துக் கூற எனக்கு விருப்பம் இல்லை, ஆனால், விஞ்ஞானத்தை அதன் பொருட்டே நடத்தி வருவோரைச் சும்மா விட்டுவிடுவதற்கோ, அல்லது அவர்களை மெச்சிப் பாராட்டுவதற்கோ கூட, சமூகம் சம்மதம் உள்ளதாக இருக்கலாம்; ஆனபோதிலும், சிலவகைத் தூய ஆராய்ச்சிகளுக்கு இக் காலத்தில் வேண்டிய அளவில் நிதி-உதவியை அது அளிக்குமா என்பது வேறு கதை.

சென்ற நூறு ஆண்டுகளின் சரித்திரத்தைக் கவனித்தால், எல்லாச் செலவுகளையும் மிகவும் எச்சரிக்கையாகக் கண்காணித்து வரும் உறைத்த மனமுடைய பிரஜைகளின் மனத்தையும் கவரக் கூடிய வழக்குக்கள் சில கிடைக்கின்றன. பழைய நிகழ்ச்சிகள் கூறும் இச் சான்றுகள் மிகவும் தெளிவாகத் தெரிகின்றன. புதிய தொழில்-துறைகளை இயற்றவும் பழைய துறைகளை உருமாற்றவும் உதவிய கருத்துக்களும். புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட

கலையை வளர்ப்பது கலையின் பொருட்டே - art for art's sake.
உறைத்த மனமுடைய - hard boiled.

பற்பல விஷயங்களும், புதிதாக அமைக்கப்பட்ட கருவிகளும் விஞ்ஞானத்தை முன்னேறச் செய்வதில் மட்டுமே அக்கறை கொண்டிருந்தவர்களுடைய உழைப்பிலிருந்தே தோன்றியிருக்கின்றன. இந்த நூலில் வழங்கப்பட்ட ஒரு சொற்றொடரைத் தொடர்ந்து வழங்குவோமானால், தூய விஞ்ஞானத் துறையில் 'அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதாலும்' தொழிற்கலைக்கு லாபம் கிடைத்திருக்கிறது. புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்களைப் பார்ப்போமானால், அங்கும் அப்படித்தான். இதற்கு ஆதாரமாக, பத்தொன்பதாம் நூற்றாண்டின் தொடக்க காலத்தில் வாழ்ந்த விஞ்ஞானிகள் செய்த பரிசோதனைகளால் முதல் முதலில் தெரிந்துகொள்ளப்பட்ட மின்-காந்த நிகழ்ச்சிகளை அடிப்படையாகக் கொண்டதே மின்சாரத் தொழில் முழுதும் என்பதை நினைவு மூட்டினால் போதும். ஆனால், முன்னேறிவரும் விஞ்ஞான சம்பந்தமாகக் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுவரும் புதிய விஷயங்களுக்கும் புதிய புத்தமைப்புகளுக்கும் வித்தியாசம் தெரியாமல் பொதுமக்கள் குழப்பமுறலாம். ஏனென்றால், இந்நாளில் எந்தக் கைத்தொழிற் துறையைக் கவனித்தாலும், பயன்படு ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலையும் எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்திப் பகுதியும் முன்காலத்தில் புத்தமைப்பாளர் பெற்றிருந்த ஸ்தானத்தைப் பெரும்பான்மையும் ஏற்றிருப்பதைக் காணலாம். 'பயன்படு ஆராய்ச்சிக்குப் பணம் வேண்டுமா? அதற்கென்ன சந்தேகம், கொடுக்கத்தான் வேண்டும். ஆனால், கைத்தொழில் துறைக்கோ, வைத்தியத்துக்கோ, விவசாயத்துக்கோ, அல்லது நாட்டுப் பாதுகாப்புக்கோ

கைத்தொழில் துறை - industry. பயன்படு ஆராய்ச்சிச் சோதனைச்சாலை- applied research laboratory. எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்திப் பகுதி - engineering development division.

விஞ்ஞானம் பயன்படுவதில் சிறிதேனும் அக்கறையில்லாத மனிதர்களுக்கு இன்னும் பணம் எதற்காக, ஐயா, வேண்டும்?' என்று குறைகூறுபவர் சொல்லக் கூடும்.

எத்தனையோ தொழில்துறைகளின் சமீபகால சரித்திரத்தில் இதற்குரிய விடையையும் காணலாம். விஞ்ஞானத்தை முன்னேறச் செய்வதை மட்டுமே கருத்தாகக் கொண்டு உழைத்துவரும் நுண்ணாராய்ச்சியாளர்கள் புதிதாகக் கண்டுபிடித்த விஷயங்களையே பயன்படு விஞ்ஞானி மீண்டும் மீண்டும் உபயோகிக்கிறார். அதுவுமன்றி, சில காலம் சென்றதும், கண்டிப்பாக வரம்பிட்ட அவருடைய பயன்தரு விஞ்ஞானத் துறையில் அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதற்கு அவர் செய்யும் முயற்சிகள் யாவும் மேற்செல்ல வழியில்லாத ஒரு முட்டிடத்தை வந்து அடைகின்றன. புதிய மனக்கோள்களும் மனக்கோட்டிட்டங்களுமோ, அல்லது புதிய கருவிகளும் செயல்முறைகளுமோ அப்போது வேண்டியிருக்கின்றன. பத்துக்கு ஒன்பது தடவை இவைகளெல்லாம் அடிப்படை ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்ட சோதனைச்சாலையிலிருந்தே வந்தாகவேண்டும். எஞ்ஜினியர் பயன்படு விஞ்ஞானியைப் பார்த்து, 'எனக்கு வழி சொல்' என்று கேட்பார். ஆனால், தூய விஞ்ஞானத்தில் முன்னேற்றம் நடைபெறாமல் நின்று போகுமானால், சிறிது காலத்திலோ அல்லது அதற்கும் சற்றுப் பிந்தியோ, அவர் என்ன கேட்டும் யாதொரு பயனும் இல்லாமல் போகும். ஏனென்றால், பயன்படு விஞ்ஞானியின் அறிவுச் சுவாலைக்கு மிகவும் முக்கியமான எரி-பொருளாக உள்ள புதிய கருத்துக்களும் புதிய பரிசோதனை விளைவுகளும் அப்போது கிடைக்காமல் போய்விடும்.

எரி-பொருள் - fuel. அறிவை ஊட்டும் உணவு என்பது பொருள்.

ரேடியோ-தொழிலைப் பற்றி மக்ளாரின் கூறிய வரலாறானது இந்த நூற்றாண்டுக்குத் தனிச் சிறப்பாக உள்ள ஒரு துறையில் விஞ்ஞானமும் தொழிற்கலையும் ஒன்றின் மீது ஒன்று செயல் புரிந்ததை விளக்கிக் காட்டுகிறது. எண்ணெய், செயற்கை-ரப்பர் ஆகிய தொழில்களின் அபி விருத்தியைப் பற்றி எப். ஏ. ஹவர்டு எழுதிய நூலின் (**பூனா ரப்பர்: ஒரு கைத்தொழிலின் பிறப்பு**) தொடக்க அத்தியாயங்களிலும் இதே கதை சொல்லப்படுகிறது. ஆனால், அவற்றில் சம்பந்தப்பட்ட அடிப்படை விஞ்ஞானம் பௌதிகம் அன்று; அது இரசாயனம். இரசாயனத் துறையில் ஜெர்மனி நாட்டிலே நோபெல் பரிசு பெற்றவர்கள் மற்ற நாடுகளைக் காட்டிலும் அதிகமாகக் காணப்படுகிறார்கள் என்பதும், நிலக்கரியிலிருந்து செயற்கை எண்ணெய்யைச் செய்வதற்கும் செயற்கை - ரப்பரை இயற்றுவதற்கும் அந்நாடே வழிகாட்டியாக இருந்தது என்பதும் தற்செயலாக நிகழ்ந்த காரியங்கள் அல்ல. இதைப் பற்றிச் சந்தேகம் இல்லை. ஜெர்மனி நாட்டில், 1860 முதல் இரண்டாவது மகா யுத்தம் வரையில், தூய அங்கக-இரசாயனமும் பயன்தரு அங்கக-இரசாயனமும் ஒன்றாகக் கைகோத்துச் சென்றன. பழங்காலமானது வருங்காலத்துக்கு எவ்வளவிலேனும் ஒரு சூசகமாக இருக்குமானால், தொழிற்கலையின் முன்னணியில் இருக்க விரும்பும் நாடு தூய விஞ்ஞானத்தின் முன்னணியிலும் இருந்தாக வேண்டும். மேலும், விஞ்ஞானம் எதற்காக என்று கேட்ட கேள்விக்கு இப்போது சில மொழிகளில் கூறியதே ஆணித்தரமான பதில் ஆகும்.

மக்ளாரின் - Maclaurin. எப். ஏ. ஹவர்டு - F. A. Howard. பூனா ரப்பர்: ஒரு கைத் தொழிலின் பிறப்பு - *Buna Rubber: The Birth of an Industry*. நோபெல் பரிசு - Nobel Prize. நிலக்கரி - coal. செயற்கை எண்ணெய் - synthetic oil. செயற்கை ரப்பர் - synthetic rubber. அங்கக-இரசாயனம் - organic chemistry. சூசகம் - indication.

விஞ்ஞானமும் புத்தமைப்பும் அரசாங்கமும்

இந்த நூற்றுண்டில் வைத்தியத் துறையின் மீதும் கைத்தொழிலின் மீதும் விஞ்ஞானத் தாக்கு ஏற்பட்டபடியால், அரசியல் துறையில் நெடுந்தூரம்வரை பரவிச் செல்லும் பல வினாவுகள் உண்டாயிருக்கின்றன. முன்னொரு காலத்தில் தனிப்பட்ட கூட்டமைப்புக்கள் செய்துவரும் காரியமாகவே முழுதும் இருந்ததான ஒரு விஷயம் இப்போது மேன்மேலும் ராஜ்யத்தின் அக்கறையாக ஆகிவிட்டது. ஜனநாயக நாடுகளில் பொதுஜன அபிப்பிராயம் மேன்மேலும் விஞ்ஞானத்திலும் புத்தமைப்பிலும் கருத்துள்ளதாக இருக்கிறது. சர்வாதிகார நாடுகளில் ஆட்சி புரிந்தவர்களில் சிலர் விஞ்ஞான நுண்ணுராய்ச்சிகள் மிகவும் முக்கியமானவை என்று தெரிந்தவர்களாக இருந்திருக்கிறுர்கள். இரண்டாவது உலக மகா யுத்தத்தின்போது யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸில் அரசாங்க நிர்வாகங்களால் ஆராய்ச்சியின் நிமித்தம் ஏராளமான தொகைகள் செலவழிக்கப்பட்டதால் ஏற்பட்டுள்ள ஒரு 'மாதிரிகை முறை' அமெரிக்க நாட்டின் நிலையையே புரட்சிகரமாக மாற்றிவிடும்போல் தோன்றுகிறது. யுத்தத்தின்போது இராணுவத் திட்டத்தை (இத்திட்டம் ஆயுதங்களை இயற்றுவதை மட்டும் கொண்டது அன்று ; அதைவிட மிக விரிந்தது ; ஏனென்றால், போர்க்கோலம் பூண்ட படைகளுக்கு வைத்

தாக்கு - impact. தனிப்பட்ட கூட்டமைப்புக்கள் - private organisations. சர்வாதிகார நாடுகள் - totalitarian lands. மாதிரிகை முறை - pattern. போர்க்கோலம் பூண்ட படைகள் - armed forces.

திய ஆராய்ச்சியும் மிக முக்கியமாக இருந்தது) நடத்தி முடிக்கவேண்டும் என்னும் காரணம் ஒன்று சொல்லப் பட்டது வாஸ்தவம்தான். 1945 க்குப் பிற்பட்ட 'வேதனை மிக்க' நாட்களில் வரி செலுத்துவோரின் பணம், யுத்தத் துக்கு முந்திய காலத்தோடு ஒப்பிட்டால் பிரும்மாண்ட மாகத் தோன்றும் அளவில், ஆராய்ச்சியையும் அபிவிருத் தியையும் ஆதரிப்பதற்கு உபயோகப்பட்டது. அதில் பெரும் பகுதியானது எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்தியிலோ அல்லது பொருளமைப்பு எஞ்ஜினியரிங்கிலோ செலவிடப் பட்டது. ஆனபோதிலும், பல்கலைக் கழகங்களிலும், பிறர் ஆதிக்கத்துக்கு உட்படாமல் தனித்துள்ள ஆராய்ச்சி நிலையங்களிலும் பயன்தரு ஆராய்ச்சி, அடிப்படை ஆராய்ச்சி ஆகியவற்றின் திட்டங்களை ஆதரிப்பதற்கு வருஷந்தோறும் பல மில்லியன் டாலர்கள் செலவழிந் திருக்கின்றன. இந்த நிதிகளுக்கு அதிகாரியான அர சாங்க ஸ்தாபனங்களுக்குள் முக்கியப் பங்கு எடுத்துக் கொண்டவை மூன்று: இவை தேசியப் பாதுகாப்பு ஸ்தாபனம் (நிலப் படை, கப்பற்படை, ஆகாயப் படை), அணுசக்திக் கமிஷன், பொதுஜன ஆரோக்கிய இலாக்கா என்பவை. 1950ல் இளவேனிற் காலத்திலே காங்கிரஸ் சட்ட மூலமாக ஸ்தாபித்த தேசிய விஞ்ஞான நிலையம் என்பதையும் இவற்றோடு சேர்த்துக்கொள்ள வேண்டும்.

இப்போது நிகழும் காலத்தில் எந்த அதிகாரியும் விஞ் ஞானத்தின் மீதும், அதைப் பயன்படுத்துவதின் மீதும் ஆழ்ந்த கருத்துக் கொள்ளாமல் இருக்க முடியாது.

வேதனைமிக்க - uneasy. எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்தி - engineering development. பொருளமைப்பு எஞ்ஜினியரிங் - production engineering. அதிகாரி ஸ்தாபனம்-agency. தேசிய பாதுகாப்பு ஸ்தாபனம்-National Defence Establishment. அணுச்சக்திக் கமிஷன் - Atomic Energy Commission. பொதுஜன ஆரோக்கிய இலாக்கா - Public Health Service. தேசிய விஞ்ஞான நிலையம் - National Science Foundation.

பொதுஜன ஆரோக்கிய ஆராய்ச்சி, வைத்திய ஆராய்ச்சி, விவசாயப் பரிசோதனை ஆகியவைகளுக்கு, ஒரு வகையாக இல்லாவிட்டால் மற்றொரு வகையாக, அரசாங்கத்தால் ஊக்கமளிக்கப்படும். வரி செலுத்துவோரின் பணத்தைத் தொழில் துறையில் பயன்தரு ஆராய்ச்சியிலும் எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்தியிலுமாகச் செலவு செய்வது இதைக் காட்டிலும் அதிக அளவில் விவாதத்துக்கு இடமான விஷயம். நாட்டிலுள்ள கைத்தொழில்களை எல்லாம் தேசத்துக்கே உரிமையாக்க வேண்டும் என்று தீர்மானித்திருக்கும் நாடு ஒரு கட்சியையும், தனி மக்களுக்கே அவை உரிமையாக இருக்கவேண்டும் என்னும் கொள்கையுள்ள நாடு மற்றொரு கட்சியையும் சேர்ந்தவையாக இருக்கும். சுதந்திரமுள்ள சமூகம் தன் நாட்டிலுள்ள பல முக்கியமான கைத்தொழில்களையும் பொதுஜன அதிகாரத்தின் கீழ்க் கொண்டுவரத் தீர்மானிக்கலாம். கிரேட் பிரிட்டனில் இவ்வாறு நடப்பதாகவே தோன்றுகிறது. இந்தத் தீர்மானம் காரணமாக, கைத்தொழில் ஆராய்ச்சி, அபிவிருத்தி ஆகியவற்றின் நிர்வாகத்தில் அந்த அரசாங்கம் அக்கறை கொள்ள வேண்டியதாகிவிடும். அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரத்தின் மறு கரையிலுள்ள அந்த அரசாங்கத்தை அன்பு மன நிலையோடு இக்கரையிலிருந்து நோக்கும் ஒருவருக்குத் தொழில் துறையில் உள்ள போட்டிக்கு ஈடான நிகழ்ச்சி தேச உரிமையால் ஏற்படும் சூழ்நிலையில் எப்படி நிகழ முடியும் என்று வினவத் தோன்றும். மிகவும் சமூகப் பான்மை வாய்ந்த பொருளாதாரநிலையில், புத்தமைப்பையும்

கிரேட் பிரிட்டன் - Great Britain. அட்லாண்டிக் மகா சமுத்திரம் - Atlantic Ocean. தொழில்துறையில் உள்ள போட்டி - technological competition. மிகவும் சமூகப் பான்மை வாய்ந்த பொருளாதார நிலை - highly socialised economy. புத்தமைப்பு - invention.

புத்தியற்றலையும் கிளர்ச்சியுற்று வளரச்செய்வதற்கு என்ன வகையான தூண்டுதல்களையும் பரிசுகளையும் ஏற்படுத்தலாம்? —இவை சுவையான வினக்கள். அரசாங்க நிர்வாகங்களால் பயன்தரு ஆராய்ச்சியை நியமப்படுத்துவதை ஒட்டிய மற்ற வினக்களும் அவற்றிலிருந்து எழுகின்றன. இறுதியாக, ராஜ்யத்துக்கும் கைத்தொழிலுக்கும் உள்ள சம்பந்தத்தையும் கவனிக்கவேண்டிவருகிறது. விஞ்ஞானத்துக்கும் சமூகத்துக்கும் வருங்காலத்தில் உள்ள தொடர்பு மார்க்ஸ் கட்சியைப் பின்பற்றுபவருக்கு ஒருவகையான தோற்றத்தை அளிக்கிறது; லாபநஷ்டப் பொருளாதார முறையில் ஆலோசிப்பவருக்கு அது மற்ருெரு வகையாகத் தோன்றுகிறது.

கைத்தொழிலில் தொழில்துறைப் புரட்சி தொடங்கிய காலம் முதல் மேற்கத்திய உலகத்தில் போட்டிச் சூழ்நிலைகள் பெரும்பான்மையும் இருந்து வந்திருக்கின்றன. அங்கு அரசாங்கம் செய்து வந்த காரியமெல்லாம் சிற்சில புதிய பெருமுயற்சிகளுக்குச் சில வருஷகாலம் வரை பேடெண்டு உரிமைப் பாதுகாப்பு அளிப்பதாக மட்டுமே இருந்தது. பேடெண்டுகளின் முக்கியத்துவத்தையும் பேடெண்டு ஏற்பாட்டில் மீளமீளக் காணப்படும் கஷ்டங்களையும் வைத்துக்கொண்டு தொழிற்கலைத் துறையில் நிகழ்ந்த-வரலாற்று வரிசை ஒன்றைத் தொடர்ச்சியாக அமைக்கலாம். வாட்டு என்பவரோடும், தம்முடைய எஞ்ஜினுக்கு அவர் எடுத்த பேடென்டுகளோடும் இவ்விருத்தாந்தத்தைத் தொடங்கலாம். பின்பு, பத்தொன்பதாம் நூற்

புத்தியற்றல் - innovation. கிளர்ச்சியுற்று வளர - stimulate. தூண்டுதல் - incentive. பரிசு - reward மார்க்ஸ - Marx. லாப நஷ்டப் பொருளாதார நிலை - profit-and-loss economy. தொழில்துறைப் புரட்சி - industrial revolution. பெருமுயற்சி - endeavour. பேடென்டு உரிமைப் பாதுகாப்பு-patent protection. நிகழ்ந்த வரலாற்று வரிசை - series of case histories. வாட்டு - Watt. எஞ்ஜின் - engine.

ளுண்டின் பற்பல புத்தமைப்புக்களைத் தொடர்ச்சியாகப் பார்க்கலாம். ஏற்கெனவே கூறப்பட்ட—ரேடியோ-கைத் தொழில், செயற்கை ரப்பர்-கைத்தொழில் என்னும்— இருபதாம் நூற்றுண்டு உதாரணங்கள் இரண்டோடு அதை முடிக்கலாம். பேடென்டு ஏற்பாட்டில் எத்தனையோ கஷ்டங்களும் தவருன பிரயோகங்களும் உள்ளடங்கிக் கிடந்தாலும், நவீனக் கைத்தொழிலின் வளர்ச்சியில் பேடென்டுகள் ஒரு முக்கிய உறுப்பாக இருந்திருக்கின்றன என்று அந்த விருத்தாந்தம் காட்டும் என்பது நிச்சயம். பேடென்டு ஏற்பாட்டைத் திருத்தி அமைக்க வேண்டியது அவசியம் என்பதை ஒருவரும் ஆட்சேபிப்பதில்லை. ஆயினும், அந்தக் காரியத்தை யொட்டிய மாறுபாடுகளைக் குறித்து எவ்வகையான ஒற்றுமையையும் காண்பது மிகக் கஷ்டமாக இருந்து வருகிறது. சுட்டிக் காட்டப்படும் எந்த உதாரணத்தை எடுத்துக்கொண்டு பார்த்தாலும், அதில் அடங்கிய சட்டச் சிக்கல்களும் தொழிற்கலை விஷயங்களின் பெரும் தொகுதிகளுமாகச் சேர்ந்து, விஷயம் தெரிந்தவர்களை, இந்த விவாதத்தைப் பகிரங்கமாகச் சர்ச்சை செய்ய வொட்டாமல், தடுத்து விடுகின்றன.

பேடென்டு என்பது ஒரு புத்தமைப்பை இயற்றிய ஒருவருக்குச் சில வருஷகாலத்துக்கு அளிக்கப்படும் மிகக் குறுகிய தனி-உரிமை என்பது உங்களுக்குத் தெரியும். அப்பேர்ப்பட்ட தனி-உரிமையால் அளிக்கப்படும் பாதுகாப்புக்கூட இல்லாதிருந்தால், எத்தனையோ புத்தமைப்புக்கள் வெற்றுக் காகிதத் திட்டங்களாகவே இருந்திருக்கும். அந்தப் புத்தமைப்பாளருக்கும் அதைப் புதிதாய் இயற்றும் புத்தியற்றிக்கும் (ஒரு புதிய புத்தமைப்பைக் கொண்டு

சட்டச் சிக்கல்கள் - legal intricacies. தொழிற்கலை விஷயங்களின் பெருந் தொகுதிகள் - mass of technical detail. காகிதத் திட்டம் - paper scheme. புத்தமைப்பாளர் - inventor. புத்தியற்றி - innovator.

சூதாடும் முதலாளியைக் குறிப்பதற்கு மக்ளாரின் உபயோகித்த சொற்றொடர் இது) அரசாங்கப் பாதுகாப்பு இல்லாதிருந்தால், அந்தப் புத்தமைப்பை ஓர் ‘உண்மைப் பொருளாக’ ஆக்குவதற்குத் தேவையான மூலதனம் ஒருநாளும் வெளிவந்திருக்கவே மாட்டாது. இக்காலத்தில், புத்தமைப்பு என்பது ஒரு தனி-மனிதன் செய்யும் காரியம் அன்று; விஞ்ஞானிகளும் எஞ்ஜினியர்களுமாகச் சேர்ந்த ஒரு குழு செய்யும் முயற்சியின் விளைவாகவே இது சாதாரணமாக இருந்துவருகிறது. ஆகையால், இந்தப் பாதுகாப்பு ஒரு வியாபாரக் கூட்டத்துக்கு அளிக்கப்படுகிறதே தவிர, பழமொழி கூறுவதுபோலக் ‘கூரைப் புறச் சிற்றறையில் வேலை செய்யும் மார்க்கதரிசிக்கு’ அளிக்கப்படுவதில்லை. அப்படிப்பட்ட பாதுகாப்பினால் ஏற்படும் சௌகரியங்கள் பலவும் (அதிலுள்ள தொந்தரவுகள் சிலவும்) ரேடியோ கைத்தொழிலின் வளர்ச்சியிலும், செயற்கை ரப்பரின் அபிவிருத்தியாலும் நன்கு விளக்கிக் காட்டப்படுகின்றன. இருபதாம் நூற்றாண்டின் நடுப்பகுதியில் பேடென்டுகளாலும் பேடென்டுப் பாதுகாப்பாலும் ஏற்படும் சிக்கலான பிரச்சினையை மேலும் ஆராய்வதில் வாசகர்களுக்கு அக்கறை இருந்தால், அவர்கள் நான் ஏற்கெனவே சொல்லிய மக்ளாரின், ஹவர்டு என்பவர்களின் புத்தகங்களில் விளக்கமாகக் கூறப்பட்ட இந்த இரண்டு உதாரணங்களையும் ஆராயும்படி கேட்டுக்கொள்வேன்.

ஒரு புத்தமைப்புக்குப் பேடென்டு அளிக்கப்படும்போது அதைப் பற்றிய வர்ணனையும் வெளியிடப்படுகிறது என்பது உங்களுக்குத் தெரியும். ஆகையால், பேடென்டு

மக்ளாரின் - Maclaurin. உண்மைப் பொருள் - reality. தனி-மனிதன் - individual. குழு செய்யும் முயற்சி - team effort. கூரைப் புறச் சிற்றறையில் வேலை செய்யும் மார்க்கதரிசி - pioneer in the attic. வியாபாரக் கூட்டம் - company. ஹவர்டு - Howard.

களைப் பற்றிய வெளியீடுகள் பிரும்மாண்டமாக வளர்ந்து விட்டன. அப்படியிருந்தாலும், இவ்வாறு விஞ்ஞான உலகத்துக்கும் தொழிற்கலை உலகத்துக்கும் கிடைத்துள்ள செய்தித் தொகுதியின் பெரும் பகுதியால் யாதொரு பயனும் உண்டாவதில்லை. ஒரு பேடென்டு அற்பமான விஷயங்களையோ அல்லது வழக்கற்றுப்போன விஷயங்களையோ பற்றி இருக்கலாம்; அதன் வர்ணனை திருப்தி கரமாக இல்லாமல் இருக்கலாம்; சில வேளைகளில் வேண்டுமென்றே ஏமாற்றுவதாயும் இருக்கலாம். ஆகவே, விஞ்ஞான நூல்கள் முதலியவை மேன்மேலும் நம்பத் தகுந்தவைகளாக இருக்கும் பொருட்டு ஏற்படுத்தப்பட்ட 'சோதித்தும் சமன்செய்தும்' சரிபார்க்கும் முறைகள் ஒன்றும் பேடென்டுகளில் இருப்பது நிச்சயமில்லை. அறிக்கைகளை வெளியிடுவதில் ஏற்படுத்தப்பட்ட பரிமாண முறைகளோ (மாதிரிகை முறைகளோ), ஜாக்கிரதையாகக் கவனித்து ஆசிரியர்கள் செய்யும் திருத்தங்களோ, விஞ்ஞானத் துறையில் நல்ல பெயர் எடுக்க வேண்டும் என்னும் கவலையோ—பெரும்பான்மையும் இவை யெல்லாம் புத்தமைப்புத் துறையில் காணப்படுவதில்லை. ஒரு பேடென்டில் கூறப்பட்டதை மட்டும் கொண்டு அதில் உள்ள ஓர் 'உண்மை' சரியானது என்று, இரசாயனத் துறை சம்பந்தப்பட்ட மட்டிலாவது, ஒருவரும் சொல்லத் துணிய மாட்டார்கள். ஆனபோதிலும், பேடென்டு வெளியீடுகள் முதலியவைகளுக்கும், ஒரு மதிப்பு உண்டு. சிற்சில துறைகளில்விட வேறு சில துறைகளில் அவை அதிக மதிப்புடையவைகளாக இருக்கின்றன. பயன்தரு கைத்தொழில்

வெளியீடு - literature. அற்பமான - trivial. வழக்கற்றுப்போன - obsolete. வேண்டுமென்றே ஏமாற்றுவது - purposely misleading. சோதித்தும் சமன் செய்தும் சரிபார்க்கும் முறை - checks and balances. பரிமாண முறை - standard.

துறையில் உழைத்துவருபவர்களில் ஒருவராவது அடிக்கடி வெளியிடப்பட்டுவரும் பேடென்டு விஷயங்களைக் கவனிக்காமல் இருக்கமாட்டார்கள். பொதுஜனத் தொழிற்கலைக் கட்டுக்கோப்பு ஒன்று (அதை அப்படிச் சொல்லலாமானால்) உலகம் முழுவதும் வெளியிடப்பட்டு வரும் பேடென்டுகளின் மூலமாக நியமிக்கப்பட்டுவிட்டது. (ஆனால், முதலில் ஒரு சில பேடென்டுகளைச் சூழ்ந்திருக்கும் செயல் முறைகளைப் பற்றி மனத்தைக் குழப்பும் நுட்ப விவரங்கள் வெளியிடப்பட்டிருந்த போதிலும், அச் செயல் முறைகள் உபயோகப்படத் தொடங்கிய பிறகு வியாபாரக் கூட்டங்கள் வெளியிடும் அறிக்கைகள் பலகாலும், எத்தனையோ விஷயங்களைத் தெரிவிக்கின்றன). ஒரு பேடென்டில் அடங்கிய தொழிற்கலைச் சுழல்களின் உண்மை நுட்பங்களெல்லாம்—' இதுதான் வழி ' என்று காட்டுபவைகளெல்லாம் வியாபாரக் கூட்டங்களால் மிக அரிதாகவே வெளிவிடப்படுகின்றன. பற்பல கைத்தொழில் துறைகளில் இரகசிய மரபுகள் பலமாக இருந்து வருகின்றன. ஆனால், பேடெண்டு ஏற்பாடே இல்லாமலிருந்தால், ஒவ்வொரு வியாபாரக் கூட்டமும் தன்னுடைய ஆராய்ச்சி அபிவிருத்தி இலாக்காவின் புத்தமைப்புக்களைப் பாதுகாக்கும் பொருட்டு, தன்னால் கூடிய அளவில், அவைகளை இரகசியமாகமறைத்து வைக்க முயலுவது அவசியமாகிவிடும். அப்படிச் செய்வதாயிருந்தால், பொதுமக்கள் இன்னும் அதிகமாகக் கஷ்டப்படுவார்கள் என்பது தெளிவு. இரகசியம் என்பது அடிப்படையில் விஞ்ஞான அபிவிருத்தியோடு ஒத்துவராத விஷயம் என்பதைப் பற்றிச் சந்தேகமே இல்லை. இந்

பொதுஜனத் தொழிற்கலைக் கட்டுக்கோப்பு – fabric of public technology. செயல்முறை - process. தொழிற்கலைச் சுழல்களின் நுட்பங்கள் - technical ramifications. 'இதுதான் வழி' என்று காட்டுபவை - 'Know-how' literature. இரகசிய மரபுகள் - traditions of secrecy.

நாளிலோ தொழிற்கலை முன்னேற்றம் விஞ்ஞானத்தோடு தான் நெருங்கிப் பின்னிக் காணப்படுகிறது.

சரித்திர ரீதியில் பார்த்தால், பேடென்டு ஏற்பாடுகள் என்பவை தொழில்துறைப் புத்தியற்றல்களுக்கு ஊக்கமளிக்கும் பொருட்டு, ஒழுங்காக அமைக்கப்பட்ட ஒரு சமூகத்தால் கையாளப்படும் முறை என்று சொல்லலாம். பயன்தரு விஞ்ஞானத்தைப் போதிப்பதற்கு இதைத் தவிர வேறு என்ன என்ன பொறுப்புக்கள் நவீன அரசாங்கத்தால் ஏற்கப்படுகின்றன? 'பொருளமைப்புக் கருவிகள்' பொதுஜன உரிமைக்கு உட்படலாகா என்று உறுதியான அபிப்பிராயம் கொண்ட தேசத்தாலும் கூடச் சூரிய-சக்தியை உபயோகிப்பதோ, அல்லது நிலக்கரியைப் பூமி மட்டத்தின் அடியிலேயே (சுரங்கங்களிலேயே) வாயுவாகச் செய்வதோ, அல்லது தொழில்துறைக் காரியங்களின் பொருட்டு அணுச்சக்தியை உபயோகிப்பதோ போன்ற, நெடுநாட் கழித்துப் பயனளிக்கக்கூடிய திட்டங்களுக்குப் பண உதவி அளிக்கப்படுவது அவசியமாயிருக்கலாம். ஆயினும், இவைகளிலும்கூடப் பண உதவியின் அளவும், ஆராய்ச்சித் திட்டங்களின் மீதும் அபிவிருத்தித் திட்டங்களின் மீதும் செலுத்தப்படவேண்டிய மேலதிகாரத்தின் தன்மையும் ஒரு நாளும் ஓயாத விவகார விஷயங்களாக இருக்கின்றன. மிகவும் விரிவான பொருளாதார, சமூக அரசியல் அபிப்பிராயங்களைக் கவனிக்காமல் அப்பேர்ப்பட்ட விவாதத்தை நடத்த முடியாது. இப்படிப்பட்ட ஒரு விவாதத்தின் கடைசிப் படியைக் கவனித்தால், ஆராய்ச்சிக்கும் அபிவிருத்திக்கும் தேவையான செலவுகளை மதிப்பிடுவதற்கு இறுதியான குறிக்கோள்களைக்

புத்தியற்றல் - innovation. பொருளமைப்புக் கருவிகள் - tools of production. சூரிய சக்தி - solar energy.

கவனித்தாகவேண்டும். வியாபார விஷயத்தில் போலவே தேசிய விஷயத்திலும் இது உண்மை. ஆகையால், படைக் கலங்களைக் ஒழிப்பதும் சமாதானம் நிலவுவதுமான ஒரு நல்ல காலத்தில் நாம் வாழ்வோமானால், யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸின் தொழில்துறை அபிவிருத்தியை அதன் அரசாங்கம் ஆதரிப்பது மிகவும் விவாதத்துக்கு இடமான விஷயமாக வந்துவிடலாம். இந்தக் கோர நாட்களில் அப்பேர்ப்பட்ட கேள்விகள் அற்பமாக ஆகிவிடுகின்றன. இப்போது எல்லாவற்றுக்கும் முன்னால், முதலாவதாக, செய்யவேண்டிய காரியம் என்னவென்றால், படைக்கலங் களை நன்றாகவும் விரைவாகவும் மீண்டும் அமைக்கவேண் டும் என்பதாக இருக்கிறது. உலகமானது போர்க்கோலம் பூண்ட இரண்டு பாசறைகளாக வகுக்கப்பட்டுக் காணும் காலம் முழுதும், சர்வதேச நிலையைக் கவனித்தே அரசாங் கக் கொள்கைகளை எல்லாம் மதிப்பிட்டாகவேண்டும்.

இந்தச் சொற்கள் அச்சாவதற்கு முன்னால், ஒருகால் மூன்றாவது உலக மகா யுத்தத்தில் நாம் ஈடுபட்டுவிடலாம். அப்படியானல், இனி இங்கு கூறப்படும் விஷயங்களில் பெரும்பான்மையும் உதவாப் பழங்கதைகளாகப் போய் விடும். ஆனால், அதற்குப் பதிலாக, நான் மிகவும் ஆவ லோடு எதிர்பார்ப்பதுபோல, சோவியத்து யூனியனும் யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸும் பேருக்கு மட்டும் சமாதான முள்ளவைகளாக இருந்தால், சுதந்திர உலகம் பலமான போர்க்கோலம் பூண்டதாக இருந்துவரும் ஓர் அவசிய நிலை சில வருஷ காலமாவது நமக்கு ஏற்படும். 'மேற்கு ஐரோப் பாவின் பாதுகாப்புச் சீராக நடைபெறுவதற்கு இவ்வளவு ஏற்பாடு போதும்' என்னும் திருப்தி ஏற்படும் அளவுக்கு,

படைக்கலங்களை ஒழித்தல் - disarmament. கோர நாட்கள் - grim days. சர்வதேச நிலை - international scene. சோவியத்து யூனியன் - Soviet Union யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸ் - United States. பேருக்கு மட்டும் - nominally.

மீண்டும் படைக்கலங்கள் அமைக்கப்பட்டு விட்டாலும்கூட, தேசியப் பாதுகாப்புக்கு வேண்டிய செலவுகளை நிறுத்தி விட முடியாது. நாம் மிகப் பெரும் அளவில் பணத்தைத் தொடர்ந்து செலவழித்தாக வேண்டும். அச் செலவில் பெரும் பகுதி புதிய போர்க்கருவிகளுக்காக இருந்துவரும். இந்த நூற்றுண்டில், போர் சம்பந்தமான மிகப் பெரிய செயல்முறை மாறுபாடுகள் மிக விரைவாக ஏற்பட்டு வருகின்றன; பழைய படைக்கலங்கள் எல்லாம் விரைவில் வழக்கொழிந்து போகின்றன. ஆகையால், விஞ்ஞானத்திலும் யுத்தமைப்பிலும் அரசாங்கம் செய்யவேண்டிய காரியம் இன்னது என்று சர்ச்சை செய்யும்போது, அவ்வக் காலத்தில் ஏற்பட்டுள்ளவையாயும் விசனிக்கத்தக்கவையாயும் உள்ள குமுறும் மனநிலைகளை அறிந்து, அவற்றுக்கு உட்பட்டுத் தலைதாழ்த்தி நடக்கவேண்டும். அமெரிக்க மக்களுக்கு மரபு முறையில் வந்துள்ள சமாதான மனநிலையை மாற்றித் திருப்பியாக வேண்டும். இராணுவத்துக்குத் தேவையான விஷயங்களைக் கவனிப்பதிலிருந்து தொடங்கி அந்தப் பகுத்தாராய்வை நடத்தவேண்டும்.

விஞ்ஞானமும் தேசீயப் பாதுகாப்பும்

ஒரு கணம் உலக மகா யுத்தத்தைக் கவனித்து விட்டு, இவ் விஷயத்தைத் தொடங்குவோம் அந்தப் பெரும் போராட்டம் உச்ச நிலையில் இருந்தபோது, சோதனைச் சாலையிலிருந்து தொடங்கிப் போர்க்களம் வரையில் ஒரு சங்கிலித் தொடர் இணைந்திருப்பதை நாம் தெளிவாகக் காணமுடிந்தது. தொழில்துறை ஆராய்ச்சியை வர்ணிக்கும்போது நாம் கண்ட பயன்தரு ஆராய்ச்சி, பொருளமைப்பு எஞ்ஜினியரிங், எஞ்ஜினியரிங் தொண்டு

விசனிக்கத்தக்க – tragic. குமுறும் மனநிலைகள் - tensions.

என்னும் பலவற்றை அந்தச் சங்கிலியின் வளையங்களுக்கு உபமிதியாகக் கூறலாம். ஆனபோதிலும், விற்பனை இலாக்காவுக்கும் சமாதான காலத்தில் பொருள்களை நுகர்வோருக்கும் பதிலாக, இந்த உதாரணத்தில் போரில் ஈடுபட்டிருக்கும் நிலப்படை கடற்படை ஆகாயப்படை ஆகியவற்றைப் பிரதியீடு செய்துகொள்ளவேண்டும். நான் இதை எழுதும் இப்போது, இந்தச் சங்கிலித் தொடர் ஒரு குறிப்பிட்ட போர்க்களத்திற்கும் (அதாவது கொரியாவிற்கும்), அதிலிருந்து முற்றும் வேறுபடுபவையாயும், ஆகாயத்திலும் நிலத்தின் மேலும் கடலின் அடியிலும் உள்ளவையாயும், எப்பொழுதேனும் ஏற்படக்கூடியவையாயும் உள்ள போர்க்களங்களுக்கும் செல்லுகிறது. இப்போது நிஜமாக இல்லாவிட்டாலும், எப்போதாவது நிஜமாகவே இருக்கக்கூடியவையான போர்க்களங்கள்தாம் இந்நாளில் வாஷிங்டன் நகரில் தீர்மானங்களைச் செய்ய வேண்டியவர்களைச் சூழ்ந்துள்ள பல பிரச்சினைகளுக்குக் காரணமாக இருக்கின்றன.

ஒரு கைத்தொழில் தான் இயற்றும் பொருள்களை இடைவிடாமல் விற்பனை செய்து கொண்டேயிருக்கிறது. நுகர்வோரிடமிருந்து இடைவிடாமல் அதற்குச் செய்திகள் கிடைத்துக் கொண்டேயிருக்கின்றன. இந்தச் சங்கிலித் தொடரின் வழியே பின்னோக்கிச் சென்றதால் கிடைத்த இந்தச் செய்திகளிலிருந்து தெரியவந்த விஷயங்கள் காரணமாக, அக்கைத்தொழில் தான் இயற்றும் பொருளமைப்பையும், தன் எஞ்ஜினியரிங்கையும், தன் ஆராய்ச்சிக் குறிக்கோள்களில் சிலவற்றையும்கூட மாற்றி அமைத்துக் கொள்ளவேண்டியிருக்கிறது. இதைப்போலவே, போர்க்களங்கள் நிஜமாகவே ஏற்படும் காலத்தில், போரின்

வாஷிங்டன் - Washington. எப்பொழுதேனும் ஏற்படக்கூடிய - potential. சூழ்ந்துள்ள - beset. நுகர்வோர் - consumers. பின்னோக்கிச் சென்ற - fed back.

முன்னணியிலிருந்து அரசாங்கத் திட்டங்களுக்கு ஆதார மாக இருக்க வேண்டிய செய்திகளும் அறிக்கைகளும் அதற்குக் கிடைத்துவருகின்றன. ஆயினும், அப்போர்ப் பட்ட போர்த் துறைகள் பலவும் காகிதத்தில் மட்டுமே இருக்குமானால், தாங்கள் இயற்றும் ஆயுதங்கள் எவ்வகை யாக வேலை செய்யக் கூடியவை என்று நிர்வாக அதிகாரிகள் கற்பனைக் கண்களால் மட்டுமே காணமுடியும். வெளி யிடச் சோதனைகளும், பரீக்ஷிப்பதற்குரிய பல ஏற்பாடு களும் சிற்சில விஷயங்களைத் தெரிவிக்கலாம். ஆனால், 'போரில் வெளுக்கும் படைக்கலச் சாயம்' என்னும் ஒரு புதுமொழியை இராணுவ சம்பந்தம் உடையவர்கள் எவர் களாவது ஆட்சேபிப்பார்களா என்பது சந்தேகம்.

இக்கால யுத்தத்தில் போர் நிகழும் இடம் 'மாதிரி கைப்' போர்க்களமாக இருக்கும் என்று நாம் பாவிக்க முடியாது. எதிரியின் படைக்கலத் தளவாடங்களும் மாறாத் தன்மையுள்ளவை அல்ல. கொரியாவிலிருந்து கிடைத்த அனுபவத்தால் இந்த விஷயங்கள் எல்லாம் அமெரிக்கப் பொதுமக்களுக்கு மிகவும் அழுத்தமாக வற்புறுத்தப்பட்டன. வரும் ஆண்டில் நம்முடைய படை களை எங்கேயாவது போர் செய்ய ஏவவேண்டியிருந்தால், அவர்கள் போர் புரியும் சூழ்நிலைகள் எவ்வகையாக இருக்கும்? எதிரியின் தொழில்-துறைப் பதவி எத்தன்மை யதாக இருக்கும்? அப்படிப்பட்ட உலகப் பேராபத்து நிகழ்ந்து, அந்த யுத்தம் உலகெங்கும் பரவி, அதில் நாமும் போர் புரிய வேண்டிவந்தால், அந்த யுத்த களங்கள்

முன்னணி - front. அறிக்கை - report. போர்த்துறை - combat area. வெளியிடச் சோதனை - field test. பரீக்ஷிப்பதற்குரிய ஏற்பாடுகள் - proving devices. போரில் வெளுக்கும் படைக்கலச் சாயம் - only the battle is the payoff. மாதிரிகைப் போர்க்களம் - typical battle field. தளவாடம் - equipment. தொழில்துறைப் பதவி - technological status. உலகப் பேராபத்து - global catastrophe.

எங்கெங்கே இருக்கும்? சோவியத்து யூனியனின் திருத்தம் பெற்ற போர்க் கருவிகளின் வலிமை எப்பேர்ப்பட்டதாக இருக்கும்? தொழில்-துறையில் இப்படித் தெரியாமல் மறைவாயிருக்கும் விஷயங்கள் - நிஜமாகவே போர் நிகழும் காலத்தோடு ஒப்புநோக்கும்போது சமாதானகாலம் என்று சொல்லக் கூடிய காலங்களிலும்கூட - போருக்கான ஆயத்தங்களைச் செய்யும் பொறுப்புள்ளவரின் பிரச்சினைகளை அளவுக்கு அடங்காதபடி சிக்கலாக்கும் போல் தோன்றுகிறது. இப்போது கைவசம் உள்ள போர்க் கருவிகள் ஒரு விஷயம்; இப்போது செய்யப்பட்டு வரும் போர்க் கருவிகள் மற்றொரு விஷயம்; எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்தியைப் பெற்றுத் திருந்திவரும் போர்க் கருவிகள் மூன்றாவது விஷயம்; காகிதத்தில் படம் வரைந்து உற்று நோக்கப் படும் கருவிகள் இன்னும் அப்பாற்பட்ட விஷயம். இந்தச் சங்கிலித் தொடரின் இந்தப் பகுதிக்கும் அப்பால், ஒரு வேளை புதிய புரட்சிகரமான விஷயங்களும் சோதனைச் சாலையில் கண்டுபிடிக்கப்பட்டுக் கிடக்கலாம். இந்த அம்சங்களெல்லாம் இந் நாளில், இராணுவ விஷயங்களைப் பற்றித் திட்டமிடுவோர்களைப் பலவகையாகத் தொந்தரவு படுத்தி வரக் காண்கிறோம். இரகசியம் என்னும் திரையின் பின்புறத்திலே நமக்கு எதிரியாக வரக் கூடிய ஒவ்வொரு நாட்டிலும், தனித்தனியே, இவ்வகையான விஞ்ஞானத் தொழில்-துறைச் சங்கிலி ஒன்று இருக்கிறது என்பதையும் நாம் மறக்கலாகாது. 'படத்தில் வரைந்த போர்க் கருவிகளில்' ஒருவகை மற்றொரு வகையை எதிர்க்கும்போது அதன் வலிமை எவ்வளவில் செல்லத்தக்கதாக இருக்கும் என்பதை ஒருவராலும் நிச்சயமாகச் சொல்ல முடியாது.

படம் வரைந்து உற்று நோக்கப்படும் - on the drawing board. திட்டமிடுவோர்கள் - planners. படத்தில் வரைந்த போர்க்கருவி - drawing board weapon.

இந்த விஷயத்தை இன்னும் அழுத்திக் கூறவேண்டிய தில்லை. வான்னெவார் புஷ் எழுதிய **நவீனப் போர்க் கலங்களும் சுதந்திர மக்களும்** (1949) என்னும் நூலைப் பலரும் அறிவர். போர்க் கருவிகளையும் யுத்தக் காரியங் களையும் பாதிப்பவையான தொழில்-துறை அபிவிருத்தி யின் வருங்காலத்தைப் பற்றி அவர் அதில் கவனித்திருக் கிறார். நான் இங்கே அக்கறை கொண்டிருக்கும் விஷய மெல்லாம் ஒழுங்கமைப்பு முறைகளையும் நிர்வாக முறை களையும் பற்றி மட்டுமே. இதில் அடங்கியது தொழிற் கலை அன்று; 'அரசியல்' தான் ஒரு விரிந்த பொருளில் இதில் சம்பந்தப்பட்டிருக்கிறது. இந்த அடிப்படைப் பிரச்சினைகள் யாவும் மக்கள் ஆதிக் காலத்தில் தங்கள் சமூகத்தை ஒழுங்காக அமைக்க முயன்ற முயற்சிகளோடு தொடங்கியவைகள் ; அவைகளைப் போலவே, அவ்வளவு பழமையானவைகள். நமது குடியரசு ஸ்தாபிக்கப்பட்ட காலம் முதலே நம் நாட்டின் நிலையைக் கவனித்து வந்திருக் கும் அரசியல் தத்துவ-ஞானிகள் இந்த வினக்களில் பல வற்றைக் கேட்டுவந்திருக்கிறார்கள். அதிகாரம் எங்கே மத்திய சர்க்காரிடம் தங்கி நிலைத்துவிடுமோ என்று அஞ்சிய மக்களால் வகுக்கப்பட்ட சோதனைகளும் சமன் செய் முறைகளும் அடங்கியதான ஒரு சமரச ஏற் பாடும், கிரேட் பிரிட்டனிலிருந்து நாளடைவில் இங்கே கொண்டுவரப்பட்டதான பார்லிமெண்டு ஆட்சிமுறையின் மரபுகளும், நவீன ராஜ்யத்தின் பல தேவைகளுமாக ஒன்றாகச் சேர்ந்து, வர்ணிக்க முடியாததான ஒருவகை

வான்னெவார் புஷ் - Vannevar Bush. நவீனப் போர்க்கலங்களும் சுதந்திர மக்களும் - *Modern Arms and Free Men.* ஒழுங்கமைப்பு முறை- organisation. நிர்வாகமுறை - management. தொழிற்கலை - technology. பார்லிமெண்டு ஆட்சி முறை-parlimentary system. மரபுகள் - traditions. நவீன ராஜ்யம் - modern state.

பெடரல் ஆட்சி முறையை அமைத்துவிட்டன. அயல் நாடுகளிலிருந்து வாஷிங்டனுக்கு வருவோர்கள் இதைப் பார்க்கும்போது, சிலவேளைகளில், 'இது ஒரு பைத்தியக்கார இல்லம்' என்று அவர்களுக்குத் தோன்றுவதுண்டு. ஆயினும், அரசாங்க முறைகளைப் பகுத்தாராய்வோர் முற்கூறும் சோதிடங்களை எல்லாம் இது தவறிப்போகச் செய்துவிட்டது; முக்கியமாக நெருக்கடியான காலங்களில், சரியாகவே வேலை செய்திருக்கிறது. ஆனபோதிலும், இரண்டாவது உலக மகா யுத்தம் முடிவடைந்த பின், பல புதிய பிரச்சினைகள் தோன்றியிருக்கின்றன. அவற்றைத் தீர்ப்பதற்குரிய அரசாங்க ஏற்பாடு யாதொன்றும் இன்னும் திருப்திகரமாக அமைக்கப்படவில்லை. போர்புரியும் படை வீரர்களுக்கு வேண்டிய புதிய போர்க் கருவிகளையும் யுத்த தளவாடங்களையும் இயற்ற வழிகாட்டும் ஆராய்ச்சி அபிவிருத்திச் சங்கிலித் தொடரைச் சீராக நியமப்படுத்துவதில் வல்லமையுள்ளவையாக இருக்கும் அளவுக்கு யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸ் அரசாங்கத்தை நடத்தத் துணை செய்வதற்கு ஏற்ற பழக்கவழக்கங்களும் மரபுகளும் அதிகாரப் பதவிகளில் உள்ள நிர்வாகிகளுக்கு இன்னும் ஏற்படவில்லை.

போர்க்கருவிகளை அமைக்கும் பொருட்டுச் செய்த ஆராய்ச்சியை மதிப்பிடும் பிரச்சினை

ஆராய்ச்சியிலும் அபிவிருத்தியிலும் ஏராளமான தொகையைச் செலவழித்து வருவதாயும், முன்னோக்கு உடையதாயும் உள்ள ஒரு கைத்தொழில் வியாபாரக் கூட்டத்தின் நிர்வாகம் விஞ்ஞான விஷயங்களையும் தொழிற்கலை விஷயங்களையும் பற்றிய ஜீவாதாரமான முடிவுகளை

பெடரல் ஆட்சி முறை - federal government. பைத்தியக்கார இல்லம்- madhouse. கைத்தொழில் வியாபாரக் கூட்டம் - industrial company. ஜீவாதாரமான - vital.

அடிக்கடி செய்யவேண்டியிருக்கும். பொறுப்பான பதவிகளில் உள்ளவர்கள் அங்கு செய்யப்படவேண்டிய காரியங்களுக்கு ஒரு முன்பின் வரிசையை ஏற்படுத்தவும், அங்கு செய்யப்பட்டுவரும் சில வகை வேலைகளை விட்டுவிடத் துணியவும், வேறு சிலவற்றைத் துரிதமாக நடத்தவும், ஒரு பரீக்ஷார்த்த அமைப்பை அழிக்கவும், மற்றொன்றை அமைக்கவும் வேண்டிவரும். பல வருஷங்களாக நடந்திருப்பதைப் பார்த்தால், வருங்காலம் இப்படியிருக்கும் என்று ஊகித்துச் சாமர்த்தியமாகக் கண்டுபிடிக்கவும், திடமான தீர்மானங்களைச் செய்யவும் திறமையுள்ள மக்கட் கூட்டங்களை நன்கு நிலைத்த வியாபாரக் கூட்டங்கள்தாம் பழக்கி வந்திருக்கின்றன. பெடரல் அரசாங்கத்திலே இவைகளை ஒத்த மக்கட் கூட்டங்களின் ஒழுங்கமைப்புக்கள் இந்நாளில் இல்லை. இதைவிட முக்கியமாகக் கவனிக்க வேண்டியது என்னவென்றால், தொழில்-துறைச் செய்திகளை எப்படி மதிப்பிட வேண்டும் என்பதற்கு யாதொரு மரபும் அங்கு ஏற்படவில்லை என்பதுதான். தொழில் துறை நிர்வாகிகள் அனுபவித்து அறியாதவையான எத்தனையோ சமூக நெருக்கடிகளின் நிர்ப்பந்த நிலையிலே தான், நம்முடைய படை-வலிமைக்கு வருங்காலத்தில் மிக மிக முக்கியமாக இருக்கக்கூடிய வினைகள் முடிவு செய்யப்பட்டிருக்கின்றன. அரசியல் சக்திகள் (கட்சி-அரசியலை நான் இங்கே குறிப்பிடவில்லை) ஜனநாயக ஆட்சியில் பெற்றுள்ள ஆதிக்கங்கள் பூமியின் ஆகர்ஷண சக்தி உறைப்பது போல் அவ்வளவு நிச்சயமாக உறைத்துக்கொண்டே

முன்பின் வரிசையை ஏற்படுத்தல் - establish priorities. பரீக்ஷார்த்த அமைப்பு - pilot plant. திடமான - robust. மக்கட் கூட்டம் - group. பெடரல் - federal. ஒழுங்கமைப்பு - organisation. படைவலிமை - military strength. அரசியல் சக்திகள் - political forces. ஆகர்ஷண சக்தியின் கவர்ச்சி - gravitational attraction.

யிருக்கின்றன. ஆகையால், ஒரு கைத்தொழிலை நடத்தி வரும் முறையை, அதில் மிகவும் அதிகமான மாறுபாடுகளை இயற்றிக் கொண்டாலன்றி, அரசாங்க நிர்வாகங்களில் பயன்படுத்த முடியாது. காங்கிரஸே நிதிகளை அடக்கி யாள்கிறது. நிர்வாகமோ காங்கிரஸின் சம்மத வரம்பு களுக்கு உட்பட்டு, ஒரு நீண்ட கட்டளைச் சங்கிலித் தொடரின் மூலமாக, அவ்வப்போது செய்யப்படவேண்டிய தீர்மானங்களை அடக்கியாள்கிறது. பத்திரிகைகளுக்கு (வேண்டுமென்றோ அல்லது தற்செயலாகவோ) 'ஒழுகிய' செய்திகளின் மூலமாகப் பொதுஜன அபிப்பிராயம் பல காலும் விஷயங்களைத் தவருகத் தெரிந்துகொண்டு, கொதிப் படைந்து, மற்றப்படி கவர்ச்சிகரமாக உள்ள சில மாற்று ஏற்பாடுகளைக்கூட ஒப்புக்கொள்ளாமல் ஒதுக்கிவிடுகிறது: இவை யாவும் நம்முடைய சமூகம் சுதந்திரம் பெற்றிருப்ப தால் ஏற்படும் விளைவுகள். ஆகையால், போர்க்கருவிகளின் நிமித்தமும் யுத்த தளவாடங்களின் நிமித்தமும் நாம் ஏராளமான பணச் செலவை நெடுங்காலம் செய்யவேண்டி யிருக்குமானால், ஆராய்ச்சி, அபிவிருத்தி ஆகியவற்றின் முடிவுகளைச் சீராக மதிப்பிடுவதற்கேற்ற முறைகளை விரை வில் அபிவிருத்தி செய்தாகவேண்டும். நெடுங்காலம் நடத்தி வரவேண்டிய இராணுவத் திட்டத்தின் தொழில்-துறைப் பகுதிகளை அடக்கியாள்வதற்கு வேண்டிய ஒழுங் கான மரபுகளை ஏற்படுத்திப் பின்பற்றி வருவது அவசியம்.

மேலே சொல்லியவற்றுள் எதுவும் அணுச் சக்திக் கமிஷனின், அல்லது பாதுகாப்பு நிர்வாக இலாக்காவின் ஆராய்ச்சி-அபிவிருத்தி போர்டின் பழைய நிர்வாகத்

ஒழுகிய - leak. நெடுங்காலம் நடத்தி வரவேண்டிய இராணுவத் திட்டம் - long range - military planning. பாதுகாப்பு நிர்வாக இலாக்காவின் ஆராய்ச்சி - அபிவிருத்தி போர்டு - Research and Development Board of the Defence Establishment.

தையோ அல்லது இக்கால நிர்வாகத்தையோ குறைகூறும் உத்தேசத்தோடு சொல்லப்படவில்லை. பெடரல் நிர்வாகங்களின் பழைய கொள்கையிலிருந்தும், போரிலிருந்தும் பரம்பரையாகப் பெறப்பட்ட சட்டகத்துக்குள் வேலை செய்யும் இந்த நிர்வாகங்களில் உழைத்துவரும் மக்கள், எதிர்பார்க்கக்கூடிய அளவைக் காட்டிலும் மிக நன்றாகப் பயன்படும் அளவில், வேலை செய்திருக்கிறார்கள். ஆயினும், இந் நாளில் யுத்தத் திட்டத்துக்கு இன்றியமையாதவையாக உள்ள ஏராளமான தொழில்-துறைச் செய்திகளை மதிப்பிடுவதற்குரிய முறைகளை நாம் இன்னும் நன்கு செம்மைப் படுத்தலாம் என்பதை யுத்த தளவாடங்களின் அபிவிருத்தியைக் கவனித்து வந்திருப்பவர்களில் எவரும் ஆட்சேபிக்கமாட்டார்கள். யாவற்றுக்கும் மேலாக, தொழில் துறையில் உறுதியான தீர்மானங்களை நிலையாக ஏற்படுத்திக்கொள்வது இன்றியமையாதது. மிக அதிகமான காரியங்களை, மிகக் குறைவான உபகரணங்களைக் கொண்டு, செய்ய முயலலாகாது. ஒவ்வொரு படியிலும் சமரசத் தீர்மானங்களை இயற்ற வேண்டியது, அரசியல் சக்திகள் அங்கங்கெல்லாம் செயல்புரியும் காரணமாக, அவசியமாக இருக்கிறது. வெளிப்புறமுள்ள நிபுணர்களாலோ, அல்லது சுய லாபத்தில் கருத்துள்ளவர்களாலோ செய்யப்படும் சிபாரிசுகளால் பாதிக்கப்படாமல் நன்றாகப் பாதுகாக்கப்பட்டாலொழிய, கொள்கைகளைத் தீர்மானிக்க வேண்டிய பதவியில் உள்ளவர்கள் விஞ்ஞான விஷயங்களையாவது அல்லது எஞ்ஜினியரிங் விஷயங்களையாவது மிகக் கூர்ந்த புத்தியோடு கவனிக்க முடியாமல் போய்விடும்.

பெடரல் நிர்வாகங்கள் - federal agencies. சட்டகம் - frame work. சமரச - compromise. வெளிப்புறமுள்ள நிபுணர்கள் - outside experts. சுயலாபத்தில் கருத்துள்ளவர்கள் - interested parties.

ஆயினும், அரசாங்கத்தின் அதிகாரத்துக்கு உட்பட்ட ஆராய்ச்சியையும் அபிவிருத்தியையும் அடியோடு மாற்றியமைக்கவேண்டும் என்னும் அவசியமே இல்லை. ஆனால், சில துறைகளில் இன்னும் செம்மையான ஏற்பாடுகளைச் செய்வது சாத்தியமாக இருக்கிறது என்பது நிச்சயம். அப்படியிருந்தபோதிலும், அமைப்புத் திட்டங்களை மீண்டும் வகுப்பதும், அதிகார முறைகளை மாற்றிக் கோப்பதும் எப்பேர்ப்பட்ட முயற்சியின் வேகத்தையும் தடைப்படுத்தும் இயல்புள்ளவை. இதுவோ தாமதமே இருக்கலாகாத காலம். ஆகையால், அரசியல்வாதிகள், அதிகாரிகள், இராணுவ அதிகாரிகள் ஆகிய யாவரும் போர்க் கருவிகளை இயற்றுவதை ஒட்டிய ஆராய்ச்சியைப் பற்றியும் அபிவிருத்தியைப் பற்றியும் தங்களுடைய நிலையைச் சற்றே திருத்திக்கொள்ளவேண்டும் என்றே நான் கட்சி சொல்லுவேன். உயர்ந்தவையும் தாழ்ந்தவையுமாக உள்ள பற்பல உத்தியோகப் பகுதிகளில் பொறுப்புக்களை ஏற்றுவரும் மக்களுக்கு இன்னும் அதிக அதிகாரம் உண்மையாகவே இருக்கவேண்டும். வெளிப்புறச் சக்திகளுக்கு மிக மிகக் குறைவாக உட்பட்டவர்களாக அவர்களை இருக்கச் செய்ய வேண்டும்.

இப்போது இந்தத் துறை முழுவதிலும் ஓரளவு நீதிமன்ற முறையில் மேற்பார்க்கும் மரபுகள் விரைவாக அபிவிருத்தியடைய வேண்டியது அவசியம் என்று எனக்குத் தோன்றுகிறது. ஒரு வினாவானது உச்ச அதிகார நிலைக்கு மூன்று அல்லது நான்கு படிகளுக்குக் கீழாகவே தீர்மானிக்கப்பட வேண்டி வந்தாலும்கூட, சாதக-பாதகமான

அமைப்புத் திட்டம் - organisational chart. அதிகார முறைகளை மாற்றிக் கோப்பது - reshuffling of lines of authority. ஓரளவு நீதிமன்ற முறை - quasi-judicial. படிகள் - echelons. சாதக பாதகமான - pro and con.

வழக்குகளை ஒரு மத்தியஸ்தரையோ அல்லது ஒரு சில மத்தியஸ்தர்களையோ கேட்கச் செய்யவேண்டும். எதிரிடை வழக்குகள் அங்கே கூறப்படவில்லையானால், பிரேரேபிக்கப் படும் ஆராய்ச்சிக்கோ அபிவிருத்திக்கோ விரோதமாக, வரி செலுத்துவோரின் சார்பில் வழக்குப் பேசுவதற்கு ஒரு நல்ல தொழில்-துறை நிபுணரை நியமிக்கவேண்டும். அப்போது இரண்டு கட்சிகளோ அதற்கு மேற்பட்ட கட்சி களோ ஏற்படக் கூடும். அப்பேர்ப்பட்ட கட்சிகளை எடுத் துக்கூறும் சுருக்க விவரணங்களைத் (சமரசமான கமிட்டி அறிக்கை அன்று) தயார் செய்யவேண்டும். முரண்படும் சுருக்க விவரணங்களும் வழக்குகளும் குறுக்கு விசாரணை களும் அப்போது இருக்குமாதலால், பிரச்சினையின் பல பகுதிகளும் நன்கு வெளிப்படும். சாட்சிகளின் மனச் சாய்வுகளும் நன்கு வெளிப்பட்டுத் தோன்றும். பிறகு, அவ்விஷயங்களைத் தீர்மானிக்கும் பொறுப்பை உடைய மத்தியஸ்தர்கள் தாங்கள் கண்ட முடிவுகளை அறிவிக்கலாம். திருப்திகரமான சான்றுகள் முதலியவை தயார் செய்யப் பட்டுக் கைவசம் இருப்பதால், அவர்களும் அவற்றை ஆதாரமாகக் கொண்டு, ஈரடியாக இல்லாத தெளிவான தீர்மானங்களைக் கூறலாம். அப்பேர்ப்பட்ட தீர்மானங்கள் அதற்கு மேலாக உள்ள அதிகாரப் படியை அடையும் போது, தக்க காரணமில்லாமல் சாதாரணமாக மாற்றப்பட மாட்டா. கட்சிப் பிரதி கட்சிகளின் சுருக்க விவரணங்கள் கொடுக்கப்பட்டிருப்பதால், பொருத்தமான வழக்குகள் எல்லாவற்றையும் துருவி ஆராய்ந்தாய்விட்டது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள முடியும்.

மத்தியஸ்தர் - referee. எதிரிடையான - contrary. தொழில்துறை நிபுணர் - technical expert. சுருக்க விவரணங்கள் - briefs. குறுக்கு விசாரணை - cross - questioning. மனச்சாய்வு - prejudice. ஈரடியாக இல்லாத - unequivocal.

நிச்சயமாக நிகழக்கூடிய விவரணங்களைப் பற்றி முற்கூட்டியே விஞ்ஞானம் ஒருகால் சோதிடம் கூறுவது சாத்தியமாக இருக்கலாம். ஆனால், பயன்தரு விஞ்ஞானத்தால் இவ்வாறு சோதிடம் கூறவே முடியாது. தவறிழைக்கும் இயல்புள்ள மக்களின் தீர்மானங்கள் இதில் சம்பந்தப்படுகின்றன. நிகழக்கூடியவைகள் எல்லாவற்றையும் சீர்தூக்குவதையும், மனச்சாய்வுகளைத் தக்க அளவில் நீக்குவதையுமே தொழிற்கலைத் தீர்ப்புக்கள் பொறுத்தவையாக இருக்கின்றன. ஆகையால், ஓரளவு நீதிமன்றத்தில் நிகழ்வதைப் போன்ற செயல்முறை இங்கும் ஏற்பட்டுவிட்டால், ஆதரிக்க முடியாதவையான சமரசத் தீர்ப்புக்கள் அளிக்கப்படுவது குறையும். இக் காலத்திலே நிபுணர்கள் முற்கூட்டிச் சோதிடம் கூறுவதில் முரண்பாடுகள் ஏற்பட்டால், 'வித்தியாசத்தைப் பகிர்தல்' என்னும் முறையில் அவைகள் தீர்க்கப்படுகின்றன. ஆகையால், எதிரிடையான இரண்டு அபிப்பிராயங்களில், ஒன்றுக்குமே போதிய ஆதாரம் இல்லாமல் போகிறது.

நான் இப்போது எழுதியவை எல்லாம் நான் அபிமானமாகப் பற்றுடைய ஒரு விஷயத்தைப் பற்றியவை என்பதை ஒப்புக்கொள்கிறேன். அதாவது, அரசாங்கத் தொழிற்கலைத் திட்டங்களில், ஓரளவு நீதிமன்ற முறையில் அமைக்கப்பட்ட மேற்பார்வை மரபுகளைப் புகுத்துவது அவசியம் என்பதைப் பற்றியவை. ஆனால், இந்த ஆலோசனையினால் விளையக்கூடிய நன்மை தீமைகளைக் கவனிக்காவிட்டாலும் கூட, இப்போது எழுப்பப்பட்ட வினாக்கள் யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸ் குடிமக்களில் ஒவ்வொருவரும் மிகப் பிரும்மாண்டமான புதிய முயற்சியில் பொறுப்பாளியாக உள்ள

தவறிழைக்கும் - fallible. தொழிற்கலை - technical. வித்தியாசத்தைப் பகிர்தல் – splitting the difference. அபிமானமாகப் பற்றுடைய விஷயம் - hobby.

அளவை வற்புறுத்திக் காட்ட உதவும். பழங்கால உலகத்தில் (இரண்டாவது உலக மகா யுத்தம் வாஸ்தவமாக நடத்தப்பட்டுவந்த காலத்தில் தவிர,) காணப்படும் அனைத்திலிருந்தும் முற்றும் வித்தியாசப்படும் அளவில் ஆராய்ச்சி-அபிவிருத்தித் துறையில் அவருடைய அரசாங்கம் இறங்கி விட்டது. அது பிழைக்குமா, பிழைக்காதா என்னும் பிரும்மாண்டமான விளைவுகள் இந்தக் காரியம் நிகழ்த்தப்படும் முறையைப் பொறுத்தவையாக இருக்கின்றன. ஏராளமான தொகைகளை வீணுக்கினல், நம்முடைய பொருளாதார நிலை சீர்கெட்டுவிடும். அதற்கு மறுபுறமாக, சிற்சில துறைகளைத் தக்க அளவில் ஆதரிக்கத் தவறினல் போர்க்கருவிப் போட்டியில் நாம் மிகமிகப் பிந்திவிட நேரிடும். தூய விஞ்ஞானத்திலிருந்து (நிஜமான அல்லது நடக்கக்கூடிய) போர்க்களம் வரை உள்ள சங்கிலித் தொடர் முழுவதுமே அமெரிக்க நாட்டில் ஓட்டுரிமையுள்ள பிரதிநிதிகளின் பொறுப்பாக இருக்கிறது. இந்தச் சங்கிலித் தொடரின் வளையங்கள் நன்கு, முக்கியமாக நெருக்கடியான காலங்களில், வேலைசெய்ய வேண்டுமானல், அறிவோடு குறைகூறுதலும், விஷயம் தெரிந்த பொதுஜன அபிப்பிராயமும் இன்றியமையாதவை யாகும்.

அடிப்படை ஆராய்ச்சிக்குப் பெடரல் நிதிகள்

சங்கிலித் தொடரின் மறுகோடியான ஆராய்ச்சியை இப்போது கவனிப்போம். அப்படிக் கவனிக்கும்போது, தூய விஞ்ஞானத்தால் நவீனக் கைத்தொழில் துறைக்குச் செய்யப்பட்ட உதவி எவ்வளவு சிறப்பாக இருக்கிறது என்பதை நாம் ஞாபகப்படுத்திக் கொள்ளவேண்டும்.

போர்க்கருவிப் போட்டி - armament race. அறிவோடு குறைகூறுதல் - intelligent criticism. **விஷயம் தெரிந்த பொதுஜன அபிப்பிராயம்** – under - standing public opinion.

நெடுங்கால நோக்குள்ள தேசியப் பாதுகாப்புத் திட்டத்தில் விஞ்ஞான முன்னேற்றம் மூலாதாரமான முக்கியத்துவம் வாய்ந்தது என்பதை நாம் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். அது அவ்வாறு இருப்பதால், அமெரிக்க மக்களின் அதிகார பூர்வமான பிரதிநிதியாக உள்ளவர் அடிப்படை ஆராய்ச்சியைப் பற்றிக் கூர்ந்து கவனித்து வரவேண்டும்; விஞ்ஞான முன்னேற்றத்துக்கு ஊக்கமளிப்பதற்கு உரிய வழிகளையும் உபகரணங்களையும் அவர் ஆலோசித்து அமைக்க வேண்டும். ஆனபோதிலும், இத்துணை அதிகக் கருத்துக் கொள்வதால், இம்முயற்சியால் பிரதிகூலமான விளைவு ஒன்றும் ஏற்படாமல் கவனிக்க வேண்டும். அது புதிய விஷயங்களைச் சுயமாகச் சிந்திக்கும் மனம் படைத்தவர்களின் சிருஷ்டி முயற்சிகளைப் போஷிப்பதற்குப் பதிலாக, அவைகளைத் தடைசெய்வதாக முடிந்துவிடாமல் பார்த்துக் கொள்ள வேண்டும். திட்டமில்லா நுண்ணுராய்ச்சியாளர் இதில் ஓர் அச்சாணி போன்றவர் என்று நான் நம்புவது சரியாக இருந்தால், அப்போது அவரையே நம்முடைய கவனத்தின் குவிநிலையாக நாம் கொள்ளவேண்டும். அடிப்படையான ஆராய்ச்சிக்கு ஊக்கம் அளிப்பதற்குப் பொதுநிதிகள் செலவிடப்பட வேண்டியதாக இருக்கும் அளவில், நான் முன்னுல் குறித்தபடி மக்களை—திட்டங்களை அல்ல—ஆதரிக்க வேண்டியது முக்கியம் என்றே தோன்றுகிறது. புதிதாகச் சிருஷ்டிக்கப்பட்ட தேசிய விஞ்ஞான ஸ்தாபனத்தின் கொள்கை இதுவாகத்தான் இருக்கும் என்று நாம் நம்பலாம். ஆனுல், அவ்வகையான கொள்கையைப் பற்றிப்

நெடுங்கால நோக்குள்ள - long range. தேசியப் பாதுகாப்புத் திட்டம் - National Defence Program. அதிகாரபூர்வமான பிரதிநிதி - official representative. அதிகக் கருத்து - solicitude. திட்டமில்லா நுண்-ஆராய்ச்சியாளர் - uncommitted investigator, அச்சாணி போன்றவர் - key person. குவிநிலை - focus. தேசிய விஞ்ஞான ஸ்தாபனம் - National Science Foundation.

பேசுவது எளிது. அதைக் கவனித்து நடத்துவது கஷ்டம். விசேஷமாக நெருக்கடி மிகுந்தும், யுத்த தளவாடங்களை மீண்டும் இயற்ற வேண்டும் என்றும் இருக்கும் நிலையில் இது மிகவும் கஷ்டம். ஏனென்றால் அநேகமாக எல்லா அரசியல் நெருக்கடிகளும் சமூக நெருக்கடிகளும் இதற்கு எதிர்த் திசையாகச் செயல்புரியும் இயல்புள்ளவை. அடுத்த பத்தாண்டில் பயன்தரு ஆராய்ச்சிக்கும் அபிவிருத்திக்கும் அரசாங்கச் சோதனைச்சாலைகளிலும், கைத்தொழிலிலும், பல்கலைக் கழகங்களோடு பேசிக்கொள்ளப்படும் ஒப்பந்தங்களின் மூலமாகவும், பணம் தாராளமாகச் செலவழிக்கப்படும். இது நிச்சயம் என்றே நாம் வைத்துக் கொள்ளலாம். ஆனபோதிலும், அடிப்படை ஆராய்ச்சி செழித்து வளருமா என்பது சந்தேகத்துக்கிடமான ஒரு வினா. ஆயினும், பலமாகப் போர்க்கோலம் பூண்டுள்ள போரோய்வுக் காலத்திலும் தூய விஞ்ஞானத்தைத் தொடர்ந்து நடத்துவதின் முக்கியத்துவத்தைப் பற்றி எவ்வளவு வற்புறுத்தினாலும் அது மிகையாகாது.

வரிசெலுத்துபவர் விஞ்ஞான முன்னேற்றத்துக்குத் துணை நிற்கவேண்டும் என்பதைப் பற்றி எனக்குச் சந்தேகமே இல்லை. ஆனால், விஞ்ஞானம் பெறும் ஆதரவு பெடரல் நிதிகளை மட்டுமே பொறுத்திருக்குமானால், அது ஆபத்தில் வந்து முடியும். ஆராய்ச்சிக்குரிய பணங்களை அளிப்பதற்கான நிதிகளின் மீது அதிகாரம் உள்ளவர்கள் 'இயற்கை விஞ்ஞானத் துறையை விட்டு நாம் வெளியே செல்வோம்; ஸாம் மாமாவுக்கே அந்தத் துறையை விட்டு விடுவோம்' என்று தீர்மானிப்பது மிகமிக அறிவீனமான செயல் என்றே எனக்குத் தோன்றுகிறது. பொதுப்

பத்தாண்டு - decade. **போர்க்கோலம் பூண்டுள்ள போரோய்வுக் காலம்** - heavily armed truce. **ஸாம் மாமா** - Uncle Sam. **அமெரிக்க நாட்டை ஒரு மனிதனாகப் பாவித்து, அதற்கு அளித்த மானுடப்பெயர். 'பாரததேவி' போல**

பணம் தாராளமாகச் சொரியும் துறைகளிலும்கூட, தனிப்பட்ட மக்களின் பரோபகாரப் பண உதவி மிக மிக மிக முக்கியமான பங்கெடுத்துக் கொள்ளக் கூடியது என்பது சென்ற பத்தாண்டில் ஏற்பட்ட அனுபவத்திலிருந்து தெரிகிறது. புற்று நோய் ஆராய்ச்சி இதற்கு ஓர் நல்ல உதாரணம். வாஷிங்டனிலிருந்து கிடைக்கும் பணத்தினால் ஆதரிக்கப்பட்ட பெரும்பான்மை நுண்ணாராய்ச்சியாளர்களுக்கும் அவர்களின் காரியங்களுக்கு வேண்டிய அதிகப்படியான பண நிதியைப் பணமுடையவையாயும் சுய-ஆதிக்கம் பெற்றவையாயும் உள்ள நிர்வாகங்கள் அளிக்கின்றன. இது காரணமாக, அவைகளுக்கு அதிகச் செல்வாக்கு ஏற்பட்டிருக்கிறது. அவைகள் கொண்டுள்ள நோக்கினாலும், அவைகளின் தீர்மானங்கள் சுதந்திர முறையில் கொள்ளப்பட்டவைகளாதலாலும், அரசாங்கக் கொள்கையையும் அவை பாதிக்கின்றன. சில்லறையான அரசியல் சக்திகளின் தாக்குதலால் பல தொந்தரவுகளுக்கு உள்ளாகிய அரசாங்க அதிகாரிக்கு, சிற்சில வேளைகளில் தனிப்பட்ட நிதிகளின் அதிகாரிகளும் தர்மகர்த்தாக்களும் வழிகாட்டிகளாகக் கூட இருக்க முடியும். அவர்கள் அப்படித் துணை புரிவதால், பெடரல் நிதிகளைப் புத்திசாலித்தனமாகச் செலவழிப்பதற்கு அவர்கள் உதவி செய்கிறார்கள். திட்டமில்லா விஞ்ஞான நுண்ணாராய்ச்சியாளர்கள் வருங்காலத்திலும் இருந்துவர வேண்டுமானால், 'பல நாண்களை உடைய வில்லை' அவருக்கு அளித்தாகவேண்டும். அவற்றுள் ஒன்று யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸ் காங்கிரஸால் அளிக்கப்பட்ட பணமாக இருக்கவேண்டும்.

தனிப்பட்ட மக்களின் பரோபகாரப் பண உதவி-private philanthropy. புற்றுநோய் - cancer. வாஷிங்டன் - Washington. தர்மகர்த்தா - trustee. பல நாண்களை உடைய வில் - bow of several strings. ஒரு நாண் அறுந்து போனால் மற்றவை பயன்படும். (பல உபகரணங்களை அளித்தல்)

விஞ்ஞானமும் அரசியலும்

அரசாங்கம் செய்ய வேண்டிய காரியங்களைப் பற்றி மேலே நிகழ்த்திய சர்ச்சையில் விஞ்ஞானம், தொழிற்கலை ஆகியவற்றின் முன்னேற்றத்தில் சமூகம் கொண்டிருக்கும் அக்கறையில் இரண்டே இரண்டு பகுதிகளையே, அதாவது யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸ் என்னும் ஒரு நாட்டில் போர்க்கருவிகளை அமைப்பதையும், இயற்கை விஞ்ஞானங்களின் ஆராய்ச்சியை வளர்ப்பதையும் பற்றியே கூறியிருக்கிறேன். நான் விட்டுவிட்ட விஷயங்கள் இக்கால மன நிலையையும் என்னுடைய பொருளாதார, அரசியல் அபிமானங்களையும் எடுத்துக் காட்டுகின்றன. சமாதானம் அதிகம் நிலவும் மற்றொரு காலத்தில் பேசுவதாயிருந்தால், யுத்த சம்பந்தமற்ற காரியங்களின் பொருட்டுத் தங்களுடைய சொந்தச் சோதனைச்சாலைகளில் பெடரல் அரசாங்கம் நேர்முகமாக ஆதரிக்கும் ஆராய்ச்சித் திட்டங்களைப் பற்றி ஒரு சிறிது கூறுவது நியாயமாக இருக்கும். சென்ற ஐம்பது ஆண்டுகளில் நிகழ்த்தப்பட்டிருக்கும் மிகவும் விரிவாக நிகழ்த்திய விவசாய ஆராய்ச்சிக் காரியங்களை நாம் அப்போது கவனிக்கக்கூடும். பிரமாண இலாக்கா, பூதத்துவ சர்வே இலாக்கா, சமீபத்தில் விரிவாக்கப்பட்ட பொதுஜன நலச் சேவை இலாக்கா ஆகியவற்றின் முக்கிய வேலைகளையும் அதுபோலவே கவனிக்கலாம். பெடரல் அரசாங்கத்தில் இந்தக் கிளைகள் எல்லாவற்றின் விஞ்ஞானக் காரியங்களும் நாடு முழுவதின் நலத்துக்கு நேர்முகமாக எவ்வளவில் பயனுள்ளவையாக இருக்கின்றனவோ அவ்வளவைப் பொறுத்தும், ராஜ்யத்தாலோ அல்லது சுய அதிகாரமுடைய வேறு

போர்க் கருவிகள் - instruments of war. **இயற்கை விஞ்ஞானங்கள்** - natural sciences. **பிரமாண இலாக்கா** - Bureau of Standards. **பூதத்துவ ஸர்வே இலாக்கா** - Geological Suvey. **பொதுஜன நலச் சேவை இலாக்கா** - Public Health Service.

நிர்வாகங்களாலோ அவை செம்மையாக நடத்தப்படக் கூடாதிருக்கும் அளவைப் பொறுத்தும் எல்லாக் குடி மக்களின் ஆதரவையும் அவை பெறத் தக்கவையாக இருக் கின்றன. ஆனல், சென்ற பத்து வருஷங்களில் அர சாங்கச்சோதனைச்சாலைகள் விரிவடைந்திருக்கும் அளவுக்கு அவைகளை மேன்மேலும் விரிவாக அமைத்து வருவது அறிவுடைமையாகுமா என்பதைப் பற்றி எனக்கு மிகவும் சந்தேகம் உண்டு என்பதை ஒப்புக்கொள்ளுகிறேன். அடிப்படை ஆராய்ச்சிக்கு அரசாங்கச் சோதனைச்சாலை சௌகரியமான இடம்தான் என்னும் கட்சியை இதுவரை கிடைத்துள்ள சான்றுகள் ஆதரிக்கின்றனவா என்று நான் கேட்கிறேன். அதுவுமன்றி, கைத்தொழில் அபிவிருத் தியைக் குறிக்கோளாக உடைய எந்தப் பயன்படு ஆராய்ச்சி யும் அந்தக் கைத்தொழிலால் மட்டுந்தான் செம்மையாக வளர்க்கப்படமுடியும்.

நான் விட்டுவிட்ட மற்றொரு வித்தியாசத்தையும் கவ னித்திருப்பீர்கள். அது சமூக விஞ்ஞானத்தைப் பற்றி நான் இதுவரை சர்ச்சை செய்யத் தவறியதே யாகும். தேசியப் பாதுகாப்பின் நிமித்தமும், கைத்தொழிலிலும் வைத்தியத்திலும் விஞ்ஞானத்தின் தாக்குகள் ஏற்பட் டிருப்பதின் நிமித்தமும் பௌதிக, உயிரியல் விஞ்ஞானங் களை அரசாங்கம் ஆதரிக்கவேண்டும் என்று வற்புறுத்தப் பட்டது; உள-இயல், சமூக இயல், மானுடக்கலை ஆகிய வற்றைப் பற்றி என்ன சொல்லுகிறீர்கள்? இந்த ஆராய்ச் சித் துறைகளும் செழித்து வளரவேண்டும் என்பதும் மேற்கூறியதைப் போலவே முக்கியமானதுதான் அல்லவா?

கைத்தொழில் அபிவிருத்தி – industrial developement, தாக்கு - impact. உள-இயல் - psychology. மானுடக் கலை - anthropology. சமூக இயல் - ociology. தொழிற்கலை - technology.

அவைகளைவிட இவை வளர்வதுதான் அதிக முக்கிய மானது என்று சிலர் ஒருகால் சொல்லலாம். ஏனென்றால், தொழிற்சாலைகளில் ஏற்பட்ட முன்னேற்றங்கள் நாட்டின் அரசியல் அமைப்பைத் தளர்ச்சி பெறச் செய்திருக்கின் றன. ஆகையால், சமூகப் பிரச்சினைகளையும் அரசியல் பிரச்சினைகளையும் ஆராய்வதற்கு அறிவுடையோரை அதிகம் பயன்படுத்துவது நன்று. இந்த நாட்டில் அபி விருத்தி பெற்றிருக்கும் சமூகம் ஒரு தனிப் பெருமை வாய்ந்தது என்பதை மறுப்பவர்கள் இருக்கமாட்டார்கள். எத்தனையோ அம்சங்களில் அது மற்ற ஜனநாயகங்களை ஒத்திருக்கிறது. ஆயினும், நம்முடைய பழங்காலத்தின் விளைவாக உள்ள சில குறிக்கோள்கள் நம்மிடம் மட்டுமே நிலவி வருகின்றன. அந்தக் குறிக்கோள்களை ஒப்புக் கொள்வதையும், அவற்றுள் அடங்கிக் கிடக்கும் சமூக லட்சியங்களை நோக்கியவாறு இடைவிடாது செல்லும் பொருட்டு நாம் அனைவருமாகச் சேர்ந்து முயல்வதையுமே பொறுத்ததாக நம்முடைய நாட்டின் உறுதியான ஒருமைப் பாட்டு நிலை காணப்படுகிறது. இது எளிதான காரியமே அன்று. ஏனென்றால், நவீனச் சமூகத்தின் சிக்கல்கள் மிக அதிகமாகையால், தகுதிவாய்ந்த நிபுணர்கள் மனிதனை யும் சமூகத்தையும் பற்றி ஆராய்ச்சி நடத்தினால், அவற்றி லிருந்து நடைமுறைக்கு உதவக்கூடிய மூலாதாரமான செய்திகள் கிடைக்குமா என்னும் வினா எடுத்தவுடனேயே எழுகிறது. அரசியல் துறையில் (அந்தச் சொல்லை மிகவும் விரிவான பொருளில் உபயோகித்தால்) காணப்படும் அனுபவ-அறிவின் அளவை விஞ்ஞான ஆராய்ச்சிகளால் குறைக்கக்கூடுமா ? அப்படியானால், மனித சமூகத்தை

நாட்டின் அரசியல் அமைப்பு - body politic. தனிப்பெருமை வாய்ந்தது- unique. சமூக லட்சியங்கள் - social goals. அடங்கிக் கிடக்கும் - implied. புலவர்கள் - scholars. அரசியல்துறை - politics.

ஒழுங்காக அமைக்கும் நடைமுறைக் கலைக்குள் விஞ்ஞானத்தைப் புகவிடுவதால் ஏற்படும் விளைவு இந்தச் சுதந்திர நாட்டுக்கு நலம் அளிப்பதாக இருக்குமா?

இந்த வினாக்களுக்கு, நான் 'ஆம்' என்றே விடை சொல்வேன். எவற்றையெல்லாம் நிறைவேற்ற முடியும் என்பதைப் பற்றி எனக்குள்ள நம்பிக்கையானது மக்களையும் சமூகத்தையும் பற்றிய விஞ்ஞானங்களின் முன்னேற்றங்களும், இக்காலத்தில் வழங்கும் உத்திகளையும் மனக்கோள்களையும் பயன்படுமாறு உபயோகிப்பதும் ஒன்றோடொன்று கைகோத்துத்தான் முன் செல்லும் என்னும் பாவனையிலிருந்து ஏற்பட்டது. சென்ற பத்தாண்டில் ஏற்பட்டிருக்கும் அபிவிருத்தி அல்லது முற்போக்கு என்பதைப் பற்றியும், நடைமுறையில் காணும் மானுடப் பிரச்சினைகளைத் தீர்க்கத் துணைபுரிவதற்கு என்ன என்ன உத்திகள் இக்காலத்தில் இருக்கின்றன என்பதைப் பற்றியும் மிகச் சிலருக்கே தெரிந்திருக்கலாம். வருங்காலமே நன்மை விளைவிக்கக்கூடிய காலமாகத் தெரிகிறது. ஏனென்றால், மிகவும் உற்சாகமுள்ள உள - இயல் விற்பன்னர்களும், மானுடக் கலை - விற்பன்னர்களும்கூட, இக்காலத்தில் தங்களுடைய கைவசமுள்ள மனக்கோட் திட்டங்கள் பதினெட்டாம் நூற்றாண்டின் பிற்காலத்தில் இரசாயனிகளும் பௌதிகர்களும் உபயோகப்படுத்தியவைகளுக்கு ஈடானவை என்று, தடை சொல்லாமல், ஒப்புக்கொள்வார்கள் என்றே நினைக்கிறேன். இது காரணமாக, மானுட நடத்தை சம்பந்தப்பட்ட விஞ்ஞானங்களை நடைமுறையில் பயன்படுத்தும் ஒவ்வொரு விஷயத்திலும் அனுபவ - அறிவின் அளவு மிக அதிகமாக இருக்கிறது.

பாவனை - assumption. உத்திகள் - techniques. உற்சாகமுள்ள - enthusiastic. உள-இயல் விற்பன்னர் - psychologist. மானுடக்கலை விற்பன்னர் - anthropologist. மானுட நடத்தை - human behaviour.

சமீப ஆண்டுகளில் வைத்திய விஞ்ஞானங்களில் ஆழ்ந்துள்ளவர்கள் செய்திருப்பதைப் போலவே, நடைமுறைப் பிரச்சினைகளில் ஆழ்ந்துள்ள பலரும் அந்த விஞ்ஞானத்தை முன்னேறச் செய்பவர்களாக இருப்பார்கள். 'மிகவும் அப்பாற்பட்ட ஒரு துறையில் உழைத்துவரும் தம்முடைய துணைவர்களுக்குப் புத்திமதி கூற ஓர் இரசாயனி துணிவு கொள்ளலாமா?' என்றால், 'பாஸ்டியரின் வாழ்க்கைச் சரித்திரம் இதற்குப் பொருத்தமான ஓர் உபமிதியாக இருக்கிறது அல்லவா?' என்று நான் பதில் சொல்லுவேன். அவர் பயன்படு விஞ்ஞானியாக உழைத்தார். அப்போது நேர்ந்த பிரச்சினைகளை எல்லாம் தீர்த்தார். அதோடு அவர் தம்முடையதாக்கிக் கொண்ட உயிரியல் கிளைகளில் காணப்பட்ட அனுபவ-அறிவின் அளவையும் குறைத்தார். நியூட்டன், கிளார்க்கு மாக்ஸ்வெல், ஆகியோரின் வேலையிலும் டார்வினின் வேலையிலும்கூடக் கோட்பாடும் நடைமுறையும் பிரிந்திருந்த விசேஷத்தைக் கண்டு பலர் எளிதில் ஏமாந்து போகலாம். மிகத் தூய விஞ்ஞானமும் ஒரு 'தந்த மாளிகையில்' தனியாக வாழ்ந்தபடியால், அது முன்னேற்றம் அடையாத காலங்களும் இடங்களும் இருந்திருக்கின்றன. இதற்கு மறுபுறமாக, கடைசிப் படியில் பொருளை நுகர்வோராகிய பொதுமக்களும் நடைமுறைக் காரியங்களில் ஈடுபட்ட மனிதரும் கைமேல் பலன் விளையவேண்டும் என்று அளவுக்கு மிஞ்சி வற்புறுத்த மாட்டார்கள் என்றும், ஓர் அரை நூற்றாண்டுக் காலம் என்னும் சிறு வரம்புக்குள்ளும் கூட எவ்வளவு முற்போக்கு நிகழக்கூடும் என்று ஒருவராலும் நிச்சயமாகக்

நியூட்டன் - Newton. கிளார்க்கு மாக்ஸ்வெல் - Clerk Maxwell. டார்வின் - Darwin. தந்த மாளிகை - ivory tower - (பிற காரியங்களைக் கவனியாமலும், அவற்றில் ஈடுபடாமலும் தனித்து ஒதுங்கிப் புரியும் வாழ்க்கைக்குரிய இடம்.) நுகர்வோர் - consumers.

கூறமுடியாது என்றும் நாம் கொண்டுள்ள நம்பிக்கையை வெளியிடலாம். இப்போது கைவசம் உள்ள அறிவைப் பயன்படுத்தும் திட்டங்கள் மிக அதிகமாகவோ அல்லது முழுக் கவனத்தையும் கவர்பவையாகவோ இருக்கலாகாது. ஏனென்றால் அவை அப்படி இருந்தால், இப்போது வழங்கும் முறைகளில் காணப்படும் அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதற்கேற்ற திடமான முயற்சியைச் செய்ய முடியாமல் போய்விடும். நெடுங்காலத் திட்டங்களுக்குப் போதிய அளவு ஆதரவு அளிப்பதும், பொறுமையோடு காத்திருப்பதும் அவசியம். இந்த ஆதரவில் ஒரு பகுதியாவது அரசாங்க நிதிகளால் அளிக்கப்படுவது நன்று. ஏனென்றால், மானுட இயற்கையின் அடிப்படைகளை இன்னும் நன்றாக அறிந்து கொள்வது மற்றச் சமூகங்களுக்குக் காட்டிலும் நம்முடைய சுதந்திரச் சமூகத்துக்கு மிகவும் அவசியமாக இருக்கிறது. 'போலீஸ் இராஜ்யத்தின் அதிகாரிகளாக இருப்பவர்கள் தங்களுக்குப் பழங்கால அனுபவ - அறிவு போதுமானது என்று நினைக்கலாம். ஆனால், இந்த நவீன காலத்தில் வாழும் சுதந்திர மக்களுக்குச் சமூகவிஞ்ஞானங்களின் முன்னேற்றங்களால் எவ்வளவு உதவி கிடைக்கக் கூடுமோ அவ்வளவும் தேவையாக இருக்கிறது.

பாலங்கள், இயந்திரங்கள் ஆகியவற்றின் அமைப்பு எப்படி இருக்க வேண்டும் என்பதைப் பற்றிய பிரச்சினைகளை எஞ்ஜினியர்கள் எப்படிக் கையாளுகிறார்களோ இது போல, அடிப்படைத் தேசிய விவகாரங்களைச் சமூக விஞ்ஞானிகளின் எந்தக் குழுவும் கையாளலாம் என்ற பிரமை நமக்கு இருக்கலாகாது. சென்றுள்ள காலத்தில் போலவே

முழுக் கவனத்தையும் கவர்பவை - exacting. திடமான முயற்சி - sturdy effort. போலீஸ் இராஜ்யம் - police state; மக்களுக்கு அதிகச் சுதந்திரம் அளிக்காமல், அவர்களுடைய செயல்களை எல்லாம் உளவர்கள் மூலமாகக் கவனித்து அடக்கியாண்டுவரும் அரசாங்கம்.

வருங்காலத்திலும், கொள்கைகளைப் பற்றி வினக்கள் எல்லாம் அரசாங்க உத்தியோகஸ்தர்களாலும் காரிய நிர்வாக அதிகாரிகளாலும், தொழிற்கட்சித் தலைவர்களாலுமே தீர்க்கப்படவேண்டும். 'சரியான விடையைக் கண்டுபிடித்துக் கொடுங்கள்' என்று கொள்கையை ஒட்டிய பிரச்சினைகளை விஞ்ஞான நிபுணர்களிடம் ஒப்புவித்துவிடலாகாது. செய்யவேண்டிய தீர்மானங்களில் பெரும்பான்மையும் அனுபவத்தை மூலாதாரமாகக் கொண்டும், தக்க திறமை வாய்ந்த பகுத்தராய்வோரின் புத்திமதியையும் சமூகதத்துவ நிபுணர்கள் என்று சொல்லக் கூடியவர்களாக நான் கருதுவோரின் புத்திமதியையும் கேட்டுமே செய்யப்பட வேண்டும். சரித்திரம் என்பது அநுபவத்தின் விஸ்தாரம் (பக்கம் 464). ஆகையால், அது ராஜ்ஜிய பரிபாலனம் செய்பவருக்கும் 'அரசியல் கொள்கைகளை அமைப்பவருக்கும் முக்கிய வழிகாட்டியாக இருந்துவரும். ஆனபோதிலும், சமூக விஞ்ஞானிகளின் நோக்கு-முறை அந்தக் காரியத்துக்கு இப்போது சிறிது உதவி அளிக்கலாம். சமூக உளநூல் நிபுணரிடமிருந்தும், சமூக-இயல் நிபுணரிடமிருந்தும், மானுடக்கலை நிபுணரிடமிருந்தும் துணை கிடைக்கக் கூடுமா என்று எதிர்பார்க்கும் பிரச்சினை வகைகள் பல உள. அவை எல்லாம் நவீன வாழ்க்கையின் சூழ்நிலைகளால் தீவிரமான நிலையை அடைந்திருக்கும் மானுட உறவுகளும், தனி மனிதர்களுக்கு இடையேயும் வர்க்கங்களுக்கிடையேயும் காணப்படும் முரண்பாடுகளும் சம்பந்தப்பட்டவைகளாக இருக்கின்றன. மனிதன் சமூக வாழ்க்கைப் பண்புள்ள பிராணி என்பதன் தன்மையைக்

சமூக-தத்துவ நிபுணர்கள் - social philosophers. விஸ்தாரம் - extension. ராஜ்ஜிய பரிபாலனம் செய்பவர் - administrator. அரசியல் கொள்கைகளை அமைப்பவர் - policy maker. சமூக உளநூல் நிபுணர் - social psychologist. சமூக இயல் நிபுணர் - sociologoist. மானுடக்கலை நிபுணர் – anthropologist.

கொண்டு அவனைப் பற்றி செய்யப்படும் ஆராய்ச்சியில் எவ்வகையான முன்னேற்றங்கள் ஏற்படக் கூடுமானாலும், அவைகளின் நற்பயன்களை எல்லாம் நாட்டுமக்கள் அடைபவர்களாக இருப்பார்கள்.

மதிப்புக்களைப் பற்றிய தீர்ப்புக்களும் சமூக விஞ்ஞானியும்

சமூக விஞ்ஞானி அரசியலில் (இந்தச் சொல்லை இங்கும் அதன் மிகப் பரந்த பொருளிலேயே வழங்குகிறேன்) உள்ள அனுபவ-அறிவின் அளவைக் குறைப்பதில் அக்கறை உள்ளவர் என்று கருதலாம். அப்படியானால், அவர் வைத்திய விஞ்ஞானியோடு பல அம்சங்களில் உபமிதி கூறக்கூடியவராக இருக்கிறார். 'அது இருக்கட்டும். மானுட அவாக்களையும், சமூக லட்சியங்களையும், நீதி விஷயங்களையும் பற்றி என்ன சொல்லுகிறீர்கள்?' என்று யாராவது கேட்கலாம். மதிப்புக்களைப் பற்றிய தீர்ப்புக்களில் விஞ்ஞானம் பாரபட்சம் இல்லாதது என்றும், அவ்வகைத் தீர்ப்புக்கள் அரசியல் பொருளாதாரப் பிரச்சினைகளின் நடு-நெஞ்சின் அருகிலுள்ளவை என்றும் கட்சி சொல்லலாம்.

ஆனால், மதிப்புகளைப் பற்றிய தீர்ப்புக்கள் சம்பந்தப்பட்ட மட்டில், விஞ்ஞானம் பாரபட்சம் இல்லாதது என்று பலகாலும் சொல்லப்படும் ஒரு விவரணத்தைக் கவனிப்போம். 'அரை உண்மை மிகவும் ஆபத்தானது' என்று கேட்டிருப்பீர்கள். இந்த முக்கால் உண்மையும் அதைப் போலவே ஆபத்து உள்ளது, அல்லவா? இக்காலத்து வைத்திய விஞ்ஞானங்களைக் கவனிப்போம். மானுட

மானுட அவாக்கள் - human ambitions. சமூக லட்சியங்கள் - social goals. நீதி விஷயங்கள் - ethical considerations. அரை உண்மை மிகவும் ஆபத்தானது – half-truths are very dangerous.

நோய்களைப் பற்றி அக்கறை கொண்ட ஆராய்ச்சியாளர்களும் சிற்சில மதிப்புக்களைத் தம்மையறியாமலே ஒப்புக்கொண்டிருக்கிறார்கள். ஒருபுறம், இவை அவர்களுடைய செயலை வரம்பிடுகின்றன. மறுபுறம் அவர்களுடைய முயற்சிகளுக்கு ஊக்கமளிக்கும் வலிமை மிக்க உற்சாக ஏதுக்களாக இருக்கின்றன. விஞ்ஞானம் பாரபட்சம் இல்லாதது என்று சொல்லும்போது, இவ்விஷயத்தை மறந்துவிடுவதுபோல் தோன்றுகிறது. ஹிப்பாக்கிரட்டீஸ் என்பவரின் சத்தியப் பிரமாணத்தைக் காட்டிலும் இதில் அதிகம் அடங்கிக் கிடக்கிறது. மரிப்பதைக் காட்டிலும் உயிர் வாழ்வது மேல் என்று கருதுவதாயும், ஆரோக்கியத்தைச் சிறப்பாகப் பாராட்டுவதாயும் உள்ள சமூகத்தில் மட்டுமே நோயைப் பற்றிய ஆராய்ச்சிக்கு வேண்டிய நிதிகள் தாராளமாகப் பெருகிவரும். 'என்ன செலவு ஏற்பட்டாலும் அக்கறையில்லை; காப்பாற்றக் கூடிய ஒவ்வோர் உயிரையும் காப்பாற்றுவது யாவற்றுக்கும் மேலான ஒரு கடமை' என்னும் அளவில் ஒவ்வொரு தனி மனிதனின் புனிதத் தன்மையும் பலமாகக் கருதப்படும் இடங்களில் மட்டுமே வைத்தியர்களும், இரண வைத்தியர்களும், வைத்திய விஞ்ஞானிகளும், இந்நாளில் நம்முடைய நாட்டில் செயல்புரிந்து வருவது போல, செயல் புரிந்து வருவார்கள். வைத்திய முறைப் பாதுகாப்பின் பிரமாணத்தைப் பற்றிக் கொண்டுள்ள அபிப்பிராயமும், அந்தப் பிரமாணத்தை உயர்த்தவேண்டும் என்னும் ஆசையும் மதிப்புக்களைப் பற்றிய சில தீர்ப்புக்களையே அடிப்படையாகக்

உற்சாக ஏதுக்கள் - spurs. ஹிப்பாக்கிரட்டீஸ் - Hippocrates. பண்டைக் கிரேக்க நாட்டில் தெஸ்ஸலிப் பகுதியில் வாழ்ந்தவர், ஆதென்ஸ் நகரில் போதித்தவர். வைத்தியத்தின் தந்தை என்று பாராட்டப்படுபவர். சத்தியப் பிரமாணம் - oath. வைத்தியர்கள் தங்கள் தொழிலைத் தொடங்கும்போது இவ்வகையான சத்தியத்துக்கு உட்பட்டு வேலை செய்து வருவதாகச் செய்த பிரமாணம்.

கொண்டவை. அந்தப் பாவனைகளில் எதையும் நான் ஆட்சேபிக்கவில்லை என்பதை முதலில் தெளிவாகக் கூறி விடுகிறேன். ஆனால், இந்த ஒப்புக்கோள்கள் எல்லாம் வைத்திய விஞ்ஞானங்களைச் சார்ந்த எல்லா வகையான வேலைகளுக்குமே அடிப்படையாக உள்ளவை என்று நான் சுட்டிக் காட்டுகிறேன். அவ்வளவுதான். அப்படிச் செய்வது ஏனென்றால், மானுட நடத்தையையும் உறவுகளையும் ஆராய்ந்துவரும் விஞ்ஞானிகளின் விஷயத்திலும் இந்த நிலை ஒருவாறு உவமை கூறக்கூடியதாக இருக்கிறது என்று நான் நம்புகிறேன்; ஆனால், இந்த உபமிதி இன்னும் பலராலும் முழுதும் உணரப்படவில்லை.

நவீனக் கைத்தொழில் துறையில் அபிவிருத்தி அடைந்த நாடுகளில் வைத்தியர்களும் அவர்களுடைய துணைவர்களும் கொண்டுள்ள பாவனைகளில் பெரும்பான்மையும் இக்காலத்தில் ஒப்புக்கொள்ளப்பட்டுவிட்டன. ஆனால், நடைமுறையில் பார்த்தால் மானுட உயிரின் மீதுள்ள மதிப்புக்கள் இடத்துக்கு இடம் மிகவும் வித்தியாசங்களுக்கு உள்ளாகிக் கிடக்கின்றன. ஆனபோதிலும், உள-இயல் நிபுணருக்கும், மானுட-இயல் நிபுணருக்கும் சமூக-இயல் நிபுணருக்கும் தனிப் பெருமை வாய்ந்த நம்முடைய சமூகத்தில் சீராக வேலை செய்வதற்கு இன்றியமையாது வேண்டியிருக்கும் பாவனைகள் யாவும் நம்முடைய சமூகத்தின் சரித்திரம் எவ்வளவு சிறப்பு வாய்ந்ததோ அவ்வளவு சிறப்பு உடையவையாக இருக்கின்றன என்று நான் நம்புகிறேன். ஹிப்பாக்கிரட்டீஸின் சத்தியப் பிரமாணத்துக்கு ஈடாக இவர்கள் ஒப்புக்கொள்ளக்கூடிய விஷயம் இவர்கள் எந்தச் சமூகத்தில் இருந்து வேலை செய்யப்போகிறார்களோ அந்தச் சமூகத்தின் தன்மையோடு

தனிப்பெருமை வாய்ந்த - unique.

நெருங்கிய சம்பந்தம் உடையதாக இருக்கும். இந்த விஷயத்தில் ஆங்கில நாட்டுச் சத்தியப் பிரமாணத்துக்கும் அமெரிக்க நாட்டுச் சத்தியப் பிரமாணத்துக்கும் சிற்சில இடங்களில் வேறுபாடுகள் இருக்கும். ஆயினும், அடிப்படையான விஷயங்களில் எல்லாம் அவை இவ் இரண்டிலும் ஒன்றுகவே காணப்படும். ஆனல், இந்த விஞ்ஞானிகளால் வளர்க்கப்படும் உத்திகளைச் சர்வாதிகார நாடுகள் முற்றிலும் வேருன முடிவுகளின் பொருட்டுப் பயன்படுத்தும். அவை அவ்வாறு அவற்றை உபயோகிப்பதற்கு ஏற்றபடி அந்த நாடுகளில் அந்த விஞ்ஞானங்களின் முன்னேற்றமும் பாதிக்கப்படும். மனிதனை ஒரு சமூகவாழ் பிராணியாக ஆராயும் விஞ்ஞானிகளால் வலிமை பொருந்திய புதிய உபகரணங்கள் அமைக்கப்பட்டு வருகின்றன. இக் கருவிகள் சிற்சில நடத்தைகளையும் சிற்சில சமூக மாதிரிகைகளையும் முன்னேற்றமடையச் செய்யவோ அல்லது அழிக்கவோ திறமையுள்ளவை. ஆகையால், வேதனைப்படும் தனி-மனிதன் ஒருவன் உயிர் தவிக்கும்போது, அவனுக்கு உயிர் வாழ்வதற்கோ உயிர் துறப்பதற்கோ உரிய வாயிலைத் திறந்துவிடும் சாவியை ஒத்த அறிவை உடையவர்கள் இன்ன செய்யவேண்டும் என்னும் சிற்சில விவாத விஷயங்களை வெகு காலத்துக்கு முன்னுல் வைத்தியத் துறையில் தீர்த்துக்கொண்டார்கள். அதைப்போலவே, இம் மனிதர்களும் பற்பல விஷயங்களில் தாங்கள் கொண்டிருக்கும் மதிப்புக்களின் பிரமாணங்களைத் தங்கள் மனத்தில் தாங்களே தெளிவுபடுத்திக் கொள்வதும் இன்றியமையாதது.

வலிமை பொருந்திய உபகரணங்கள் - powerful tools. உயிர் துறப்பதற்கோ உயிர் வாழ்வதற்கோ உரிய வாயிலைத் திறந்துவிடும் சாவி - key to life or death. வேதனைப்படும் தனி மனிதன் - individual in distress. மதிப்புக்களின் பிரமாணங்கள் - standards of value. ஒழுக்க முறைகள் - ethics.

விஞ்ஞானிகளும் அரசாங்கமும்

வைத்தியத் துறையின் ஒழுக்கமுறைகளைப் போலவே விஞ்ஞான மரபுகளும் எல்லா நாடுகளிலும் பரந்துள்ளதாயும், ஒரு நாட்டுக்கும் கீழ்ப்பட்டிராமல் சுயேச்சையானதாயும் உள்ள ஒரு சமூக ஏற்பாட்டின் விளைவுப் பொருள் என்று சொல்லலாம். ஒரு கைத்தொழில் துறையில் அபிவிருத்தி அடைந்த நாடு நிலைதளராமல் இருந்து வருவது அது இக்காலத்திலே விஞ்ஞான அறிவைப் பயன்படுத்துவதை அதிகம் சார்ந்ததாக இருக்கிறது, இக்காலத்தில் அப்படிப்பட்டதான கீழ்ப்படாதுள்ள சுயேச்சை நிலையைப் பாதுகாக்க முடியுமா? இது ஒரு பெரிய கேள்வி. ஆறுதல் உண்டாகும் அளவுக்கு இதற்குச் சட்டென்று பதில் சொல்லிவிட முடியாது. பொது நிதிகளிலிருந்து ஆதரவு அளிக்கப்படுவதைப் பற்றித் திருப்திகரமான அபிப்பிராயம் கொள்ளாதவர்கள் இப்பேர்ப்பட்ட வினாவால் ஒரு மனவியாகூலம் ஏற்படுவதைக் கண்டு ஒரு மாதிரியாகச் சந்தோஷப்படலாம். ஆயினும், வரி செலுத்துபவர்களின் பண உதவியைப் பெற்றாலும் பெறாவிட்டாலும், விஞ்ஞானியின் விசேஷ அறிவே ஒழுங்குபடுத்தப்பட்ட சமூகத்துக்கு ஜீவாதாரமாக உள்ளது, அந்த நிலையைவிட்டு இந்நாளில் எந்த விஞ்ஞானியும் தப்ப முடியாது. நமக்குப் பிடித்தாலும் பிடிக்காவிட்டாலும், அரசாங்கம் விஞ்ஞானத்தைப் பற்றியும், விஞ்ஞானிகள் அரசாங்கத்தைப் பற்றியும் மேன்மேலும் நன்றாகத் தெரிந்துகொண்டிருக்க வேண்டிய காலம் ஒன்றில் நாம் இப்போது வாழ்கிறோம். அரசியல்வாதியும் ஆராய்ச்சியில் ஈடுபட்டவரும் ஒருவரையொருவர் இனிக் கவனிக்காமல் இருக்க முடியாது. நவீனப் போர்

விஞ்ஞான மரபுகள் - traditions of science. **கீழ்ப்படாதுள்ள சுயேச்சை நிலை** - independence. **வரி செலுத்துபவர்** - taxpayer. **ஜீவாதாரமாக** - of vital importance.. **அரசியல் வாதி** - politician.

முறைகளுக்கும் விஞ்ஞானத்துக்கும் உள்ள சம்பந்தம் முன்னொரு காலத்தில் மிகவும் அகலப் பிளவு பட்டிருந்த வெவ்வேறான இரண்டு உத்தியோகத் துறைகளில் இருந்தவர்களுக்கு—அதாவது அரசியல் துறை நிபுணர்களுக்கும் இயற்கை நுண்ணாராய்ச்சியாளருக்கும்—இடையே இப்போது ஒரு நெருங்கிய சம்பந்தத்தை ஏற்படுத்தி, நிலைத்திருக்கவும் செய்கிறது. விஷயங்கள் இவ்வாறு இருப்பதால், விஞ்ஞானத்தின் வருங்கால நன்னிலை ராஜ்யத்தின் நிர்வாகிகள் செய்யும் காரியத்தையே அதிகம் பொறுத்திருக்கும் என்று நாம் முடிவு செய்யவேண்டும். ஜனநாயக நாட்டில் பொதுஜன அபிப்பிராயம் மிகவும் முக்கியமான பங்குடையதாக இருக்கிறது என்பதை இது காட்டுகிறது.

யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸில் தூய விஞ்ஞானத் துறையில் நடக்கும் ஆராய்ச்சி தொடர்ந்து வலிமையுடையதாக இருந்து வரவேண்டுமானால், ஆராய்ச்சியின் அபிவிருத்திக்கு ஜீவாதாரமாக உள்ள எல்லாவற்றையும் பற்றிக் கூடிய வரையில் நன்கு தெரிந்துகொண்ட வாக்காளரின் தொகுதி ஒன்று இருந்தாக வேண்டும். இந்நூலில் முன்பக்கங்களில் இந்த விஷயம் ஏற்கெனவே பலதடவை வற்புறுத்தப்பட்டிருக்கிறது. ஆயினும், விஞ்ஞானமும் சமூகமும் ஒன்றின்மீது ஒன்று செயல்புரிவதை விளக்குவதற்கு மற்றுமோர் உதாரணத்தைக் கூறுவது பொருத்தமாக இருக்கும். இரகசியமாக வைத்தல், 'சென்ஸர் செய்தல்' என்பவைகளைக் காட்டிலும் இக்காலத்தில் அரசியல் வாதிகளுக்கும் விஞ்ஞானிகளுக்கும் எதிர் நின்று தொந்தரவளிக்கும் பிரச்சினை வேறொன்றும் இல்லை. இரண்டாவது மகா யுத்தம் முடிவடைந்த பின்பு, அணுச்சக்தி ஆயுதங்களை

விஞ்ஞானத்தின் வருங்கால நன்னிலை - future health of science. **வாக்காளர்** - voter. **சென்ஸர் செய்தல்** - censorship.

இயற்றும் காரியத்தில் ஏதாவது ஒரு வகையில் சம்பந்தப் பட்ட பௌதிகர்களுக்கும் உட்கரு-இரசாயனிகளுக்கும் ஏற்பட்ட இருதலைக் கொள்ளி நிலையைப் பற்றி ஏராளமான சர்ச்சைகள் நிகழ்ந்திருக்கின்றன. புதிதாக இயற்றப்பட்ட இராணுவத் தளவாடங்களின் அமைப்பு முறைகள் எப் போதுமே மிகவும் இரகசியமாக வைக்கப்பட்டிருக்கின்றன. இதற்குக் காரணம் வெளிப்படை. ஆகையால், அணு குண்டைச் சார்ந்ததாகக் காணப்படும் ஒவ்வொரு காரிய மும், அதுபோலவே, மிகவும் ஜாக்கிரதையாக வெளி விடாமல் பாதுகாக்கப்படவேண்டும் என்று வழக்காடலாம். ஆயினும், ஒளிவு மறைவு ஒன்றும் இல்லாவிட்டால்தான் விஞ்ஞானம் முன்செல்லக் கூடும். ஆகவே, இது உண்மை யில் ஓர் இருதலைக் கொள்ளி நிலை. 1950ஐ அடுத்த ஆண்டு களில் சோதனைச்சாலையிலிருந்து தொடங்கிப் போர்க்களம் வரையில் உள்ள சங்கிலித் தொடரில் இடைவெளி யொன் றும் இல்லாமலே இருந்து வருவதால், 'இது விஞ்ஞானம், ஆகையால் பொதுவானது' என்றோ, அல்லது 'இது புதிய இராணுவ யுத்தத் தளவாடங்களுக்கு அடிப்படையானது, ஆகையால் இரகசியம்' என்றோ பகுத்துச் சொல்லக் கூடியவர் யார்? இந்தப் பிரச்சினையை இவ்வாறு கூறுவதே, இதிலிருந்து ஏற்படக் கூடிய நெருக்கடி நிலைகளைச் சுட்டிக் காட்டுவதற்குப் போதியதாகும்.

போர்க்கலங்களை இயற்றும் காரியத்தில் விஞ்ஞானம் பலமாகச் சிக்கிக் கொண்டதான ஒரு விளைவு 1940 ஐ அடுத்த ஆண்டுகளில் ஏற்பட்டது இதுவே உண்மை. ஆயினும் விஞ்ஞானத்தையும் இரகசியத் தன்மையும் ஒன்றோடொன்று இணைப்பதால் உண்டாகும் கஷ்டம்

பௌதிகர்கள்-physicists. உட்கரு இரசாயனிகள் - nuclear chemists. இருதலைக்கொள்ளி நிலை - dilemma. இராணுவத் தளவாடங்கள் - military equipment.

புதிதன்று. முதலாவது மகா யுத்தம் முடிவடைந்த காலத்தில் ரப்பரை இயற்றிய செயலாளிகளின்கீழ் வேலை பார்த்துவந்த இரசாயனிகளுக்கு அந்தந்த வியாபாரக் கூட்டத்தைச் சேராதவர்களான வெளி மனிதர்கள் எவர்களோடும் ரப்பரின் அடிப்படை இரசாயன விஷயங்களைப் பற்றிக் கூடச் சர்ச்சை செய்ய அனுமதி கொடுக்கப்படவில்லை. ஆனால், சில வருஷங்கள் கழிந்ததும் இந்த நிலை மாறிவிட்டது. அமெரிக்க இரசாயனச் சங்கத்தின் ரப்பர்-பகுதி பற்பல மூலாதாரமான பிரச்சினைகளைச் சர்ச்சை செய்யக் கூடிய திறந்த அரங்காக ஆகிவிட்டது. குறுக்கே இடப்பட்ட சுவரைப் போல் முற்றும் மறைத்துவந்த ஒரு நிலை இருந்ததற்குப் பதிலாக, பலதுறைகளில் பேடெண்டால் அளிக்கப்பட்ட பாதுகாப்பு என்பது ஏற்பட்டது. ஜெர்மானிய விஞ்ஞானம் செழித்தோங்கியிருந்த காலத்தில், எத்தனையோ புகழ்பெற்ற பேராசிரியர்கள் இரசாயனக் கம்பெனிகளுக்கு ஆலோசனை கூறும் அமைச்சர்களாகச் செயல்புரிந்து வந்தார்கள். சாயங்களையோ மருந்துகளையோ இயற்றுவதற்கு அப்பேராசிரியர்களுடைய சோதனைச்சாலைகளில் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட புதிய வழிகளுக்குப் பேடென்டு வாங்கப்பட்டபடியால், அந்தக் கம்பெனிக்கும் அந்தப் பேராசிரியர்களுக்கும் லாபம் கிடைத்தது. ஆனால் அப்பேர்ப்பட்ட காரியங்கள் நடந்துவரும் காலத்தில், அன்றாடம் நிறைவேற்றப்பட்டுவரும் விஷயங்களைப் பற்றிய சர்ச்சையை நடத்துவதற்கு மிக சிலருக்கே அனுமதி கிடைத்தது. சீசாக்களில் ஒட்டப்படும் பெயர்ச் சீட்டுக்களும் கூட அக்காலத்தில் சங்கேத மொழியிலேயே இருந்து வந்ததும் உண்டு. ஆயினும், அப்பொழுதெல்

இயற்றிய செயலாளி - manufacturer. **அமெரிக்க இரசாயன சங்கத்தின் ரப்பர்-பகுதி** - The Rubber Section of the American Chemical Society. **திறந்த அரங்கு** - open forum. **செழித்தோங்கியிருந்த காலம்** - heyday.

லாம் இந்தச் 'செயற்கை அந்தகார நிலை' ஒரு சிறிய வர்க்கத்தைப் பாதிப்பதாகக் கிடந்தது; மேலும், அது அதிகக் காலமும் நீடித்திருக்கவில்லை. ஆனபோதிலும், சோதனைச் சாலையில் இருக்கவேண்டிய நன்னிலையை அப்பேர்ப்பட்ட இரகசிய ஏற்பாட்டு முறைகள் கெடுத்துவிடக்கூடும் என்பதற்குப் பலர் சான்று கூறியிருக்கிறார்கள். விஞ்ஞானமும் இரகசியமும் எதிரிடைத் தன்மையானவை என்பது சரித்திரத்தில் எங்கும் மிகப் பெரிய எழுத்துக்களில் பொறித்துப் பதிவு செய்யப்பட்டுக் காண்கிறது.

பல விஷயங்களையும் தடையின்றித் தாராளமாக வெளியிடுவதும் சர்ச்சை செய்வதும் முக்கியமானவை என்று யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸில் உள்ள பொதுமக்கள் தெரிந்துகொள்ள வேண்டும். இல்லாவிட்டால், அங்கு விஞ்ஞான அபிவிருத்தி மிகவும் அதிகமாகத் தடைப்படக்கூடியதான ஓர் அபாயம் நிஜமாகவே ஏற்பட்டுவிடும். போர்க்கோலம் பூண்ட போரோய்வுக் காலத்தில், தேசியப் பாதுகாப்பின் பொறுப்பை ஏற்றிருப்பவர்கள் தாங்கள் கையாளவேண்டிய எச்சரிக்கை முறைகளில் ஒரு சிறிது தளர்ச்சியுறுவார்கள் என்று எதிர்பார்ப்பது நியாயம் அன்று. இரகசியமாக வைத்துக்கொள்வதில் அவர்கள் கட்டாயமாக மட்டுக்கு மிஞ்சிய கவலை கொண்டவர்களாக இருப்பார்கள். ஆகையால்தான் (பயன்படு ஆராய்ச்சியையும் அபிவிருத்தியையும் தவிர), தூய விஞ்ஞானத்துக்கு அரசாங்கம் அளிக்கும் ஆதரவு தேசிய விஞ்ஞான ஸ்தாபனத்தின் மூலமாகவே பெருகி வரவேண்டியது முக்கியம் என்று நான் நம்புகிறேன். இந்த விஷயத்தில் பாதுகாப்பு ஸ்தாபனங்கள்

செயற்கை அந்தகார நிலை - black-out. வேண்டுமென்றே விஷயங்களை மறைத்து வந்த ஒருகாலம், போர்க்கோலம்பூண்ட போரோய்வுக் காலம்- armed truce. தளர்ச்சியுறு – relax. தேசிய விஞ்ஞான ஸ்தாபனம்- National Science Foundation.

மிகப் பொறுமையாக இருந்து வந்திருக்கின்றன; அதிகாரிகளின் முன்நோக்கு-நிலையும் பாராட்டத் தக்கதாக இருந்திருக்கிறது. ஆயினும், தேசியப் பாதுகாப்புக்கு ஆயத்தங்களைச் செய்யவேண்டிய பொறுப்போடு சர்வதேசப் பொது முயற்சியின் முன்னேற்றத்துக்கான முயற்சியையும் நெருங்கிய சம்பந்தம் உடையதாகச் செய்வதில் அடிப்படையிலேயே ஓர் இணக்கமில்லா நிலை காணப்படுகிறது.

ஆனால், இந்த யுத்தத்துக்குப் பிந்திய கோரமான காலத்தில், விஞ்ஞான முன்னேற்றத்துக்கு ஏற்பட்ட இடையூறு யுத்த ரகசியம் என்பது ஒன்றுமட்டும்தானா? விஞ்ஞானம் என்பது ஒரு சர்வதேசப் பொது முயற்சி என்னும் மனநிலை 1950ல் உண்மையாகவே இருந்த விஷயமா? துரதிருஷ்டவசமாக, 'இல்லை' என்றுதான் இதற்கு பதில் சொல்ல வேண்டியிருக்கிறது. அறிவுத் துறையிலும் கலாசாரத் துறையிலும் நிகழும் காரியங்களில் கூடக் கொள்கைச் சார்பான மனநிலை இருக்கிறது. உலகம் பிளவுபட்டதினால் ஏற்பட்ட விசனகரமான விளைவுகளில் இதுவும் ஒன்று. சோவியத்து யூனியனையும் அதன் பரிவார நாடுகளையும் ஆட்சிபுரிவோர்களால் இந்நிலை இன்று வெளிப்படையாகி வருகிறது. அவர்களுடைய மன நிலையும் விஞ்ஞானத்தின் முக்கியத்துவத்தை மறுப்பதாக இல்லை; வாஸ்தவத்தில் அதற்கு நேர் எதிரிடையானது தான். சென்ற இரண்டு பத்தாண்டுக் காலங்களில் இவ் விஷயங்களைக் கவனித்து வந்தவர்களில் பலர் விஞ்ஞானத்தின் மீது கிரெம்லின் காட்டி வரும் ஆழ்ந்த அக்கறையைக்

பாதுகாப்பு ஸ்தாபனங்கள் - Defence Establishment. முன்நோக்கு நிலை - far-sightedness. ஆயத்தம் - preparation. யுத்த இரகசியம் - military secrecy. கலாசார - cultural. கொள்கைச் சார்பான மனநிலை - doctrinaire approach, பரிவார நாடுகள் - satellites. கிரெம்லின் - Kremlin. ரஷிய நாட்டு அரசர்கள் வாழ்ந்த மாளிகை. ரஷிய அரசாங்கம் என்பது பொருள்.

கண்டு வியப்படைந்திருக்கிறார்கள். 1945ல் வேனிற் காலத்தில் ரஷிய விஞ்ஞான அக்காடமியின் கொண்டாட்டத்துக்கு விசேஷ அழைப்புப் பெற்று, பல அமெரிக்க விஞ்ஞானிகள் அங்குச் சென்றிருந்தார்கள். விஞ்ஞானிகளைக் கௌரவிப்பதற்காக அப்போது நடத்தப்பட்ட பொதுச் சடங்குகளில் ஸ்டாலின் பங்கெடுத்துக்கொண்ட அளவைக் கண்டு அவர்கள் திருப்தி அடைந்தார்கள். தொழிற்கலையில் நவீன விஞ்ஞானத்தின் முக்கியத்துவத்தைச் சோவியத்து யூனியன் நன்கு தெரிந்துகொண்டிருக்கிறது. அங்கு மிகவும் உயர்ந்த பதவியிலுள்ள அதிகாரிகள் விஞ்ஞானத்தில் காட்டிய அக்கறை அக்காரணத்தால் தோன்றியிருக்க வேண்டும் என்றே ஒருவருக்குச் சட்டென்று முடிவு செய்யத் தோன்றும். இப்படி அவர்கள் அந்த முக்கியத்துவத்தைத் தெரிந்துகொண்டிருப்பதால், அங்கே அதை ஒட்டிப் பல காரியங்கள் நடந்துவருகின்றன. ஆயினும், அது ஒன்று தான் காரணம் என்றோ, அல்லது அதுதான் முக்கிய காரணம் என்றோ கருதுவது பிழையாகும்.

அனுத்தும-வாதமும் அனுபவ வாதச் சர்ச்சையும் என்னும் பெயரோடு லெனின் எழுதி 1909ல் வெளியிட்ட நூலுக்கு அந்தக் கட்சியின் சரித்திரப் போக்கில் உரிய பிரும்மாண்டமான பங்கைப் பற்றிச் **சோவியத்து யூனியனின் கம்யூனிஸ்டுக் கட்சியின் சரித்திரம்** என்னும் பெயரோடு, அதிகார பூர்வமாக வெளிவந்த நூலை எழுதிய ஆசிரியர்கள் கூறுகிறார்கள். போல்ஷ்விக் கட்சியின் அதிகாரபூர்வமான சரித்திர ஆசிரியர்கள் இந்த நூல் 'கோட்

ரஷிய விஞ்ஞான அக்காடெமி - Russian Academy of Science. **ஸ்டாலின்** - Stalin. **சோவியத்து யூனியனின் கம்யூனிஸ்ட் கட்சியின் சரித்திரம்.** *History of the Communist Party of the Soviet Union.* **லெனின்** - Lenin. **அனுத்தும வாதமும் அனுபவ வாதச் சர்ச்சையும்** - *Materialism and Empirio-Criticism.* **போல்ஷிவிக் கட்சி** - Bolshevik party.

பாட்டுச் செல்வம் ஒன்றை நானுவகையான திருத்தவாதிகளிடமிருந்தும் பதிதர்களிடமிருந்தும் காப்பாற்றிற்று' என்று கூறுகிருர்கள். பிற்காலத்தில் ரஷ்யாவை ஆட்சி புரியப்போகும் இவர் எழுதிய விஷயம் இவ்வளவு முக்கியமான பங்கை எந்த விவாதத்தில் எடுத்துக்கொண்டதாகச் சொல்லப்படுகிறதோ அந்த விவாதம் விஞ்ஞான உண்மையின் தன்மையை ஒட்டியது என்பதைத் தெரிந்துகொள்ள வேண்டியது முக்கியம்.

சுமார் நாற்பது வருஷங்களுக்கு முன்போ, அல்லது அதற்கும் சற்று முன்போ, கம்யூனிஸ்ட் கட்சியின் எதிர்கால நிலையானது பௌதிகத் துறையச் சார்ந்த விஞ்ஞான தத்துவங்களின் உறுதிப்பாட்டையும் பொருளையும் பற்றிய தவறுன கொள்கைகளால் அபாயத்துக்கு உள்ளாக்கப்பட்டது என்று சொல்லக் கேட்கிறேம். இவ்வாறு தன்னுடைய சரித்திரத்தை விளக்கிக் காட்டும் 'ஒற்றைக் கல்' போன்ற அரசியல் கட்சியானது விஞ்ஞானக் கோட்பாடுகளையும் அவைகளின் பொருள்களையும் தங்கள் அதிகார வரம்புக்கும் ஆட்சிக்கும் உட்பட்ட துறையைச் சார்ந்த விஷயங்களாகக் கருதுவதில் வியப்பென்ன? நான் இப்போது குறிப்பிட்ட சரித்திரம் தெளிவாகக் கூறுவது போல, 'பன்மையின் மீது பொருந்திய ஒருமை' என்னும் கொள்கையைப் புரட்சிகரமான எந்தக் கட்சியாலும் ஒப்புக் கொள்ளமுடியாது. அதற்கு எதிரிடையாக அந்தக் கட்சியின் வெற்றி ஆரம்ப முதலே ஒரு விறைப்பான அனுசரணை நிலையை ஒட்டியே ஸ்தாபிக்கப்பட்டிருக்கிறது. மார்க்ஸ்-

---

திருத்தவாதி - revisionist. பதிதர் - renegade. கோட்பாட்டுச் செல்வம் - theoretical treasure. விஞ்ஞான உண்மை - scientific truth. ஒற்றைக் கல் - monolithic. பன்மையின் மீது பொருந்திய ஒருமை - unity based on diversity. விறைப்பான அனுசரணை நிலை - rigid conformity.

லெனின் கோட்பாட்டில் திட்டமிட்டபடி, 'சமூக அபி விருத்தி விஞ்ஞானத்தைத்' தெரிந்து கொள்ளாதவர்களையும் அல்லது தெரிந்துகொள்ள மனம் இல்லாது விலகிச் செல்வோர்களையும் அப்புறப்படுத்துவதால்தான் இந்த அனுசரணை நிலை ஏற்படுத்தப்பட்டது.

அந்தக் கட்சியை இன்று அடக்கியாள்பவர்கள் தங்கள் முன்னோர்களைக் காட்டிலும் இவ்விஷயத்தில் மன உறுதி குறைந்தவர்கள் என்பதாக யாதொரு குறிப்பும் காணப்படவில்லை. அதிகார பூர்வமாக வர்ணிக்கப்படும் தத்துவார்த்த-அனுத்தும வாதத்தால் அமைக்கப்பட்ட சட்டகத்துக்குள் பொருந்தாத விஞ்ஞானக் கொள்கைகளை 'கொள்கைத் துரோகம்' என்று அவர்கள் கருதுகிறார்கள். இதைப் பற்றி இப்படிப்பட்ட தீர்மானம் ஏற்பட்டுவிட்டால், அவ்வகைக் கொள்கைகளைப் பிரேரித்தவர்கள் தங்களுடைய பிழையைப் பலரும் அறியப் பகிரங்கமாக ஒப்புக்கொள்வார்கள் என்பதில் சந்தேகம் என்ன? மேற்கத்திய நாட்டு ஜனநாயகங்களில் உள்ளவர்களுக்கு இந்த விஷயம் விளங்குவது சற்று கஷ்டமாயிருக்கலாம். ஆனால், திருச்சபையில் தீர்ந்த விசுவாசம் கொண்டவர்கள் தங்களுடைய கொள்கைகள் பிழையானவை என்று ஒப்புக்கொள்வதும், அவைகளை வாபஸ் வாங்கிச் கொள்வதும் சரித்திர விஷயத்தில் புதிய நிகழ்ச்சிகள் அல்ல என்பதைப் பற்றிச் சந்தேகம் இல்லை அல்லவா?

உயிரியலில் பரிசோதனைகளின் மூலம் கண்டுபிடிக்கப்பட்ட விஷயங்கள் பாரம்பரியத்தைப் பற்றிய பரந்த பொதுக் கூற்றுக்களோடு நெருங்கிய சம்பந்தம் உடைய

மார்க்ஸ்-லெனின் கோட்பாடு - Marxist-Lenin theory. சமூக அபிவிருத்தி விஞ்ஞானம் - science of the development of society. - விலகிச் செல்வோர் - deviationists. தத்துவார்த்த அனுத்தும வாதம் - dialectical materialism. சட்டகம் - framework. கொள்கைத் துரோகம் - heresy. திருச்சபை - church. பாரம்பரியம் - heredity.

வையாக இருக்கலாம். ஆகையால், அரசியல் கோட்பாடு களின் மீதும் சமூகக் கோட்பாடுகளின் மீதும் அவற்றின் தாக்குதல்கள் ஏற்படலாம். இந்தக் காரணம் விஞ்ஞானத் தில் இந்தத் துறையில் காணும் விவாதங்களை இன்னும் அதிகச் சுவை உடையவையாகச் செய்கிறது. ஆனால், இவ் வருஷத்தில் (1950) பிரவ்டா பத்திரிகை நவீனக் கோட் பாட்டுப் பௌதிகத்தைப் பற்றிய சர்ச்சை சம்பந்தமான ஆராய்ச்சிக் கட்டுரை குறைந்த பக்ஷம் ஒன்றையாவது வெளியிட்டிருக்கிறது என்பது ஒரு ரசமான விஷயம். மேற்கு ஜனநாயக நாடுகளில் அரசியல் வாதிகளில் நூற்றில் தொண்ணூற்றொன்பது பேர்களின் கவனத்தைக் கவரா திருக்கும் எத்தனையோ விஷயங்கள் அங்கே மிகவும் ஆழ்ந்த ஐக்கியத்துவம் உடையவையாகக் கருதப்படுகின்றன.

ஒப்புநோக்கும்போது அறிவீனமுள்ளவராகக் கருதப் படவேண்டியவரும் இரக்கம் அற்றவருமான சிலர் விஞ்ஞா னத் துறையில் கட்சிக் கொள்கைகளை தீர்மானிக்கிறார்கள் என்று மட்டுமே பரம்பரை ஆராய்ச்சியைப் பற்றிய கம்யூ னிஸ்ட் சாஸனங்கள் (பக்கம் 385) காட்டுகின்றன என்று சொல்லலாம். ஆனால், அதிகார தோரணையோடு நடத்தப் படும் அரசியல் திட்டத்திலும்கூட, பலவகையிலும் தவறிழைக்கும் இயல்புள்ள மானிடர்கள்தானே உண்மை யான கொள்கை எது, உண்மையில்லாதது எது என்று ஒவ்வொரு வருஷமும் தீர்மானிக்க வேண்டியவர்களாக இருக்கமுடியும்? அவர்கள் கொள்ளும் முடிவுகளை அரசியல் கொள்கைகள் (பெரும்பான்மையும் முரடான சுயநலக் கொள்கைகள்) தானே தீர்மானிக்கும்? எல்லா நாடுகளிலும்

பிரவ்டா - Pravada. ரஷிய கம்யூனிஸ்ட்டுக்களின் கட்சிப் பத்திரிகை. இரக்கமற்ற - ruthless. சாஸனங்கள் - edicts. அதிகார தோரணையோடு - authoritarian. சுயநல - personal.

தத்துவார்த்த-அனுத்தும வாதத்தைப் பிரேரிப்பவர்கள் பௌதிக விஞ்ஞானங்களுக்கு உயர்ந்த பதவியை அளிக்கிறார் கள்: விஞ்ஞானத்தின் தனி முறையைப் பற்றிச் சந்தேகமே இல்லாமலும், சரமாரியாகவும் பேசுகிறார்கள். எதிர்த்துக் கூறுபவர்களுக்கு இடமே இருக்கலாகாது என்ற ஒரு கட்சியின் அதிகார பூர்வமான கொள்கையாக இந்தத் தத்துவ சாஸ்திரம் ஒரு வகையான உருமாற்றம் அடையும் போது, விஞ்ஞானச் சிந்தனைகளுக்குச் சுதந்திரம் தானாக இல்லாமல் மறைந்து போகிறது. இப்படிச் சொல்வதி லிருந்து சில பேரெல்லைகளுக்கு உள்ளே விஞ்ஞான ஆராய்வு அங்கே மனமார ஆதரிக்கப்படவில்லை என்றாவது, அல்லது தொழிற்கலை அங்கே செழித்து வளரவில்லை என்றாவது கூறுவதாக எண்ணலாகாது. ஆனால், ஒரு கட்சியின் சித்தாந்தக் கொள்கையின் அதிகார பூர்வமான வியாக்கி யானத்தோடு எல்லா அபிப்பிராயங்களும் தத்துவ ரீதியாக இணங்கியிருக்கவேண்டும் என்று நிர்ப்பந்தப்படுத்தும் சமூகத்தில் கலப்பில்லாத விஞ்ஞான சுதந்திரம் என்றாவது இருக்க முடியுமா? கம்யூனிஸ்ட் கட்சியின் சரித்திரத்தை ஆராயும்போது இக் கேள்வி எழுகிறது.

பிரவ்டாவில் 1949 மே மாதத்தில் வெளியிடப்பட்ட 'லெனினும் நவீன பௌதிகத்தின் தத்துவ-ரீதியான பிரச்சினைகளும்' என்னும் கட்டுரையில் யு. எஸ். எஸ். ஆர். நாட்டின் விஞ்ஞான அக்காடமியின் தலைவராகிய எஸ். ஐ. வாவிலோவ் பௌதிகத்தையும் அரசியலையும் ஒட்டிய பிரச்சினையைக் கீழ்க்கண்டவாறு வருணித்தார்.

தத்துவார்த்த அனுத்தும வாதம் - dialectical materialism. சித்தாந்தக் கொள்கை - dogma. அதிகார பூர்வமான வியாக்கியானம் - official interpretation. தத்துவ ரீதியான - philosophical. லெனினும் நவீன பௌதிகத் தின் தத்துவ ரீதியான பிரச்சினைகளும் – *Lenin and Philosophical Problems of Modern Physics.* விஞ்ஞான அக்காடெமி-Academy of Sciences. எஸ். ஐ. வாவிலோவ் - S. I. Vavilov.

'எல்லாச் சோவியத்து விஞ்ஞானங்களையும் போலவே, சோவியத்துப் பௌதிகமும் நெடுங்காலத்துக்கு முன் நாட்டின் வாழ்க்கையினுள்ளே புகுந்தது. அதன் சக்திகள் முழுதும் நம்முடைய தாய் நாட்டின் தொண்டின் பொருட்டுச் செலுத்தப்பட்டன; கம்யூனிஸ்ட் சமூகத்தை நிர்மாணிக்கும் பெருங்காரியத்துக்கு தேவையானவைகளை எல்லாம் திருப்தியாக அளிக்க முயன்றன.

'லெனின், ஸ்டாலின் என்பவர்கள் மேதாவிலாசத்தோடு அருளிச் செய்த நூல்களால் இன்னும் மேலான பதவிக்கு உயர்த்தப்பட்டிருக்கும் தத்துவார்த்த-அனுத்துமவாதத்தின் உலக-நோக்கைச் சோவியத்துப் பௌதிகர்கள் தங்களுடைய செயல்களுக்கு ஆதாரமாக வைத்துக் கொண்டிருக்கிறார்கள். ஆனால், இக்காலத்திலும் கூட நம்முடைய பௌதிகர்களில் சிலர் தப்பிப் பிழைத்திருக்கும் கற்பனுவாதக் கொள்கைகளை இன்னும் பாதுகாத்து வருகிறார்கள் என்னும் விஷயத்தை நாம் கவனிக்காமல் இருக்க முடியாது. முதலாளித்துவ நாடுகளிலிருந்து வெளி வரும் நூல்களைத் தராதரம் பாராமல் அவர்கள் ஏற்றுக் கொள்வதே அவர்களுடைய இந்த மனநிலைக்குப் பெரும்பாலும் ஆதாரமாக இருந்திருக்கிறது.

'இக்காலம் வரை தங்கிவந்திருக்கும் இக்கொள்கைகளில் நாம் இரக்கமில்லாமல் குறை காணவேண்டும்; நம்மிடத்திலும் அவ்வாறே குறை காணவேண்டும்; அப்படிச் செய்தே அவைகளோடு போராடவேண்டும். அவைகளின் ஆதிக்கம் மிகவும் கெடுதலானது. அவைகளை எதிர்த்துப்

நிர்மாணிக்கும் - building, லெனின் - Lenin. ஸ்டாலின் - Stalin. மேதாவிலாசத்தோடு அருளிச் செய்த - genius-inspired. தத்துவார்த்த அனுத்துமவாதம் - dialectical materialism. தப்பிப் பிழைத்திருக்கும் கற்பனுவாதக் கொள்கைகள் - idealistic survivals. முதலாளித்துவ நாடு - capitalist cuntry. குறைகாண - criticise. ஆதிக்கம் - influence.

போராடுவதில் பௌதிகர்கள் இன்னும் சுறுசுறுப்பாக இருக்கவேண்டும்....'

மரபுகளைப் பின்பற்றி வரும் கம்யூனிஸ்ட் கட்சியின் தீவிரமான கொள்கையின் நிலைமை மிகவும் நன்ருக வெளியிட்டுக் காட்டும் விவரணம் ஒன்று இயற்கை என்னும் ஆங்கில வாரப் பத்திரிகையில் 1950ல் மே மாதத்தில் வெளியிடப்பட்ட ஒரு கட்டுரையில், காணப்படுகிறது. மாஸ்கோ நகரின் விஞ்ஞான அக்காடமியின் பரம்பரை ஆராய்ச்சி ஸ்தாபனத்தின் அங்கத்தினர் ஒருவர் ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி குறைகூறியதற்குப் பதில் அளித்தார். 'விஞ்ஞானம் என்பது எங்கும் பரந்ததாயும், நாடுகளின் எல்லைகளைக் கடந்ததாயும் உள்ள தன்மையை உடையது என்னும் உண்மையை விஞ்ஞானத்தில் கருத்துள்ள ஒரு பெரிய நாடு மறுத்துவிட்டது' என்று ஹக்ஸ்லி கூறிய விவரணத்தைக் குறித்து, 'இது உண்மை அன்று' என்று அந்த ரஷிய விஞ்ஞானி கூறுகிருர். 'இப்படிப்பட்ட பின்நோக்கான கட்சிகளைச் சோவியத்து விஞ்ஞானம் ஒரு நாளும் ஒப்புக்கொண்டதே இல்லை; அது அவற்றை எப்பொழுதுமே மறுத்துப் போராடி வந்திருக்கிறது' என்று அவர் சொல்லிவிட்டு, மேலும் தொடர்ந்து, 'விஞ்ஞானம் என்பதும், ஆகையால் சோவியத்து விஞ்ஞானம் என்பதும், கட்சிச் சார்பான விஞ்ஞானம், வகுப்புச் சார்பான விஞ்ஞானம் என்று நாங்கள் பகிரங்கமாகக் கூறியிருக்கிருேம். இன்னும் அப்படியே கூறிவருகிருேம்........... நடுத்தர மக்களும் அவர்களின்

மரபுகளை பின்பற்றிவரும் - orthodox. இயற்கை - *Nature*. மாஸ்கோ - Moscow. பரம்பரை ஆராய்ச்சி ஸ்தாபனம் - Institute of-Genetics ஜூலியன் ஹக்ஸ்லி - Julian Huxley. பின்நோக்கான - reactionary. கட்சிச் சார்பான - partisan. வகுப்புச் சார்பான விஞ்ஞானம் - class science. நடுத்தர மக்கள் - bourgeoisie.

மானதக் கருத்துக்களை வெளியிடுவோர்களும், அவர்கள் உயிரியல் நிபுணர்களாக இருந்தாலும் இல்லாவிட்டாலுமே, விஞ்ஞானத்தின் கட்சிச் சார்பான தன்மையைப் பகிரங்கமாக ஒப்புக்கொள்வதற்கு எப்போதும் அச்சமுள்ளவர்களாக இருந்திருக்கிறார்கள். விஞ்ஞானத்தின் தன்மையைப் பற்றிக் கூறப்படும் 'வகுப்பைக் கடந்த', 'தேசியத்தைக் கடந்த' என்று ஹக்ஸ்லி வழங்கும் முட்டாள்தனமான சொற்களெல்லாம் அவர் மிகவும் தெளிவாகக் கொண்டுள்ள வகுப்பு லட்சியங்களுக்குத் துணை செய்யப் பயன்படுகின்றனவே தவிர, வேறில்லை.'

ரஷிய விஞ்ஞானிகளிடமிருந்து 1950ல் இவ்வாறு வெளிவரும் விவரணங்களைப் படிக்கும்போது, சர்ச்சையின் வேறு ஒரு விசித்திரமான பிரபஞ்சத்துக்குள் நாம் சென்றுவிட்டோமா என்றே தோன்றுகிறது. நான் வர்ணித்தபடியும், வரையறை கூறியபடியும் உள்ள விஞ்ஞானமானது கட்சி இட்ட வரம்பை மீறலாகாது என்னும் மனப்பான்மையுடைய ஒருவருடைய கண்ணுக்கு விஞ்ஞானமாகத் தோன்றுவதில்லை. சுதந்திர நாடுகளில் எல்லா விஞ்ஞானிகளும், அனேகமாக யாதொரு வகையான விலக்கும் இல்லாமலே, ஒப்புக்கொள்ளும் விஷயங்கள் எல்லாம் இரும்புத் திரையின் மறு பக்கத்திலே ஆட்சேபிக்கப்பட்டும், புரளி செய்யப்பட்டும் வருகின்றன. இப்படிப்பட்ட ஒரு நிலை இருக்கும்போது, இந்த இருவகைப்பட்ட நாடுகளில் உள்ள விஞ்ஞானிகளுக்கு இடையே பொதுப்பட்ட உண்மையான கருத்து-ஒற்றுமை இருக்க முடியாது

மானதக் கருத்துக்களை வெளியிடுவோர்கள் - ideologists. வகுப்பைக் கடந்த - supra class. தேசியத்தைக் கடந்த - supra-national. முட்டாள்தனமான சொற்கள் - verbal nonsense. சர்ச்சையின் வேறு ஒரு விசித்திரமான பிரபஞ்சம் - another universe of discourse. விலக்கு - exception. இரும்புத் திரை - iron curtain - ஆட்சேபி - repudiate. புரளி செய் - ridicule. கருத்து - ஒற்றுமை - community of interest.

அவர்கள் எப்போதாவது ஒருவரோடு ஒருவர் ஒத்துழைக்க நேர்ந்தாலும், அல்லது செய்திகளைப் பரிவர்த்தனை செய்ய நேர்ந்தாலும், அது அதிர்ஷ்டவசமாக நேர்ந்த ஏதோ ஒரு தற்செயலே யாகும். சுருங்கக் கூறின், கம்யூனிஸ்ட் கட்சியின் நிர்வாகக் கமிட்டியின் கட்டளைகளுக்கு இணங்கியிருக்கும் விஞ்ஞானத்தை எல்லாம் ஒரு புதிய சமூகத் தோற்றமாகக் கருத வேண்டும். மாஸ்கோவில் விஞ்ஞானக் கட்டுரைகள், இராணுவ இரகசியங்களை உத்தேசித்து, 'சென்ஸர்' செய்யப்படுகின்றன என்பது மட்டுமன்று; அதோடு அவைகளின் ஆசிரியர்கள் விசேஷமான சமூக நிர்ப்பந்தங்களுக்கும் உள்ளாகிறார்கள்.

விஷயம் இப்படியிருப்பதால், அறிவின் முன்னேற்றம் ஒரு சர்வதேசப் பெருமுயற்சி என்னும் ஒரு முதற்கோளை நாம் கைவிட வேண்டுமா? வேண்டவே வேண்டாம். இப்போதைக்கு இரும்புத் திரையின் மறுபுறத்திலுள்ள விஞ்ஞானிகளை ஒரு தனி வர்க்கமாக, அப்படிச் செய்ய மனமே இல்லாமல், கருதியாக வேண்டியிருக்கிறது. நம்மில் மற்றவர்கள் எல்லோரும் கருதுவது போல, 'விஞ்ஞானம் என்பது தேசிய எல்லைகளை அறியாத ஒரு சுறுசுறுப்பு' என்று அவர்களுடைய கண்களுக்குப் படுவதில்லை. இந்த வர்க்கத்தினரின் பற்றை நாம் தற்காலிகமாக இழக்க நேர்ந்திருக்கிறது. ஆகையால், விஞ்ஞானம் இரகசியம் இல்லாதது என்றும், சர்வதேசத் தன்மை உடையது என்றும் அதன் பண்புகளை நாம் அடிக்கடி வற்புறுத்திக்

பரிவர்த்தனை - exchange. அதிர்ஷ்டவசமாக நேர்ந்த தற்செயல் - fortunate accident. கம்யூனிஸ்ட் கட்சியின் நிர்வாகக் கமிட்டி - Executive Committee of the Communist Party. சமூக தோற்றம் - social phenomenon. சென்ஸர் - censor. சமூக நிர்ப்பந்தங்கள் - social pressures. சர்வதேசப் பெருமுயற்சி - international endeavour. முதற்கோள் - premise. தனி வர்க்கம் - category. பற்று - allegiance. தற்காலிகமாக - temporarily.

கொண்டே வருவது இன்னும் முக்கியம் என்று ஏற்படு கிறது. விஞ்ஞானத்துறையில் கண்டுபிடிக்கப்படும் விஷயங் களும் வெளியிடப்படும் கருத்துக்களும் ஒரு திசையாகவே (அதாவது சுதந்திர நாடுகளிலிருந்து ரஷியாவுக்கு) செல் பவையாக இருந்தாலும்கூட, விலங்கிடப்படாத சர்வ தேசியப் போக்குவரவு மரபை நாம் தொடர்ந்து நடத்தி வருவதே அறிவுடைமையாகும்.

வியாபாரக் கூட்டுச் சங்கங்களுக்கு இடையே தொழிற் கலையில் ஏற்படும் போட்டிகளைப் பார்த்தால், எந்தக் கூட்டுச் சங்கம் அதிக முற்போக்கு நிலையை உடையதாக இருக் கிறதோ அதுவே விஞ்ஞானத்தின் முன்னேற்றத்தினால் மிக அதிக லாபம் அடைவதைக் காண்கிறோம். ஆகவே, விஞ்ஞான நுண்ணாராய்ச்சியை நாம் தொடர்ந்து மனமார நடத்தி வந்தால், மற்றெந்த நாட்டையும்விட நம்முடைய நாடு(யுனைடெட் ஸ்டேட்ஸ்)அதிக லாபம் அடையும். பயன் தரு ஆராய்ச்சிக்கும் எஞ்ஜினியரிங் அபிவிருத்திக்கும் தேவையான மனிதர்களும் கருவி அமைப்பும் நமக்கு இருப் பதால், நாம் 'கருவி ஏந்தி' ஆயத்தமாக இருக்கிறோம். தூய விஞ்ஞான சோதனைச்சாலையிலிருந்து புதிய கோட் பாடுகளும் புதிதாகக் கண்டுபிடிக்கப்படும் விஷயங்களும் வெளிவர வெளிவர, அவற்றை ஏற்றுக் கொள்ளுவதற்கும், அவற்றினால் கிடைக்கக் கூடிய முழுப் பயனையும் அடைவ தற்கும் நாம் தயாராக இருக்கிறோம். மற்றெந்த நாடு என்ன செய்வதாயிருந்தாலுமே, கால நெருக்கடி எப்பேர்ப் பட்டதாயிருந்தாலுமே, நாம் விஞ்ஞானத்தைத் தொடர்ந்து போஷித்து வரவேண்டும். அப்படிச் செய்வதால், நாம் ஆராய்வு, சர்ச்சை, வெளியீடு ஆகியவற்றில் எல்லாம் சுதந்திரத்தைப் போஷித்து வருபவர்களாக இருப்போம்.

விலங்கிடப்படாத - unfettered. கருவி ஏந்தி - 'tooled up.'

BIBLIOGRAPHY

மேற்கோள் புத்தகங்களின் அட்டவணை

கீழ்க்கண்ட புத்தகங்களின் அட்டவணையில் இந்நூலின் முந்திய பக்கங்களில் கூறப்பட்ட புத்தகங்களும், வாசகருக்குச் சுவையாக இருக்கக்கூடிய வேறு சிலவும் அடங்கியுள்ளன.

The following list of books includes those mentioned in the preceding pages and certain others which may be of interest to the reader :

Armitage, Angus. *Sun, Stand Thou Still. The Life and Work of Copernicus the Astronomer.* New York, Henry Schuman, 1947.

Bates, Marston, *The Nature of Natural History.* New York, Charles Scribner's Sons, 1950.

Baxter, James Phinney, *Scientists Against Time.* Boston, Little, Brown and Company, 1946.

Bernal, J. D., *The Social Function of Science.* London, George Routledge and Sons, 1939.

Beveridge, W. I. B., *The Art of Scientific Investigation.* London, W. Heinemann, 1950.

•Bridgman, P. W., *The Logic of Modern Physics.* New York, The Macmillan Compaay, 1927.

Bush, Vannevar, *Modern Arms and Free Men.* New York, Simon and Schuster, 1949.

Butterfield, Herbert, *The Origins of Modern Science.* London, G. Bell and Sons, 1949.

Clark, G. N., *Science and Social Welfare in the Age of Newton.* Oxford, 1937.

Cohen, I. Bernard, *Science, Servant of Man.* Boston, Little, Brown and Company, 1948.

Crowther, J. G., *Men of Science.* New York, W. W. Norton and Company, 1936; *The Social Relations of Science.* New York, The Macmillan Company, 1941.

Dewey, John, *Logic, The Theory of Inquiry.* New York, Henry Holt and Company, 1938.

Dickinson, H. W., *James Watt, Craftsman and Engineer.* Cambridge University Press, 1936.

Dubos, Rene J., *Louis Pasteur, Free Lance of Science.* Boston, Little, Brown and Company, 1950.

Frank, Philipp, *Einstein, His Life and Times.* New York, Alfred A. Knopf, 1947.

French, Sidney J., *Torch and Crucible. The Life and Death of Antoine Lavoisier.* Princeton University Press, 1941.

Geikie, Sir Archibald, *The Founders of Geology.* London and New York, The Macmillan Company, 1905.

Harvard Case Histories in Experimental Science. Cambridge, Harvard University Press, 1950.

Case 1. Robert Boyle's Experiments in Pneumatics. Edited by J. B. Conant.

Case 2. The Overthrow of the Phlogiston Theory. Edited by J. B. Conant.

Case 3. The Early Development of the Concepts of Temperature and Heat. Prepared by Duane Roller.

Case 4. The Atomic-Molecular Theory. By Leynard K. Nash.

Heward, Frank A., *Buna Rubber, the Birth of an Industry.* New York, Van Nostrand Company, 1947.

Huxley, Julian, *Heredity, East and West.* New York, Henry Schuman 1949; *Evolution, the Modern Synthesis.* New York, Harper Brothers, 1942.

James, William, *The Philosophy of William James. Drawn from His Own Works.* Introduction by H. M. Kallen. New York, The Modern Library, 1925.

Killeffer, D. H., *The Genius of Industrial Research.* New York, Reinhold Publishing Corporation, 1948.

Maclaurin, W. Rupert, *Invention and Innovation in the Radio Industry* New York, The Macmillan Company, 1949.

Mees, C. E. K., and Leermakers, J. A., *The Organization of Industrial Scientific Research.* New York, McGraw–Hill Book Company, 1950.

Pepper, Stephen C., *World Hypotheses.* Berkeley, University of California Press, 1942,

Polanyi, M., *The Contempt of Freedom.* London, Watts and Company 1940.

Singer, Charles, *A Short History of Biology.* Oxford, 1931.

Stimson, Dorothy, Scientists and Amateurs. A History of the Royal Society. New York, Henry Schuman, 1948.

White, A. D., *A History of the Warfare of Science and Theology.* New York, D. Appleton and Company, 1897.

Whitehead, A. N., *Science and the Modern World.* (Lowell Lectures, 1925). Pelican Mentor Edition, 1948.

Whittaker, Sir Edmund, *From Euclid to Eddingtion.* Cambridge University Press, 1949.

Wightman, W.P.D., *The Growth of Scientific Ideas.* New Haven, Yale University Press 1951.

அட்டவணை